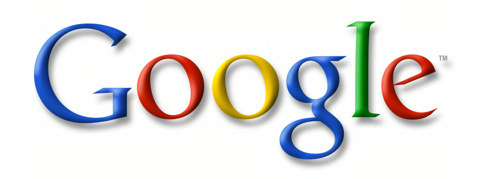
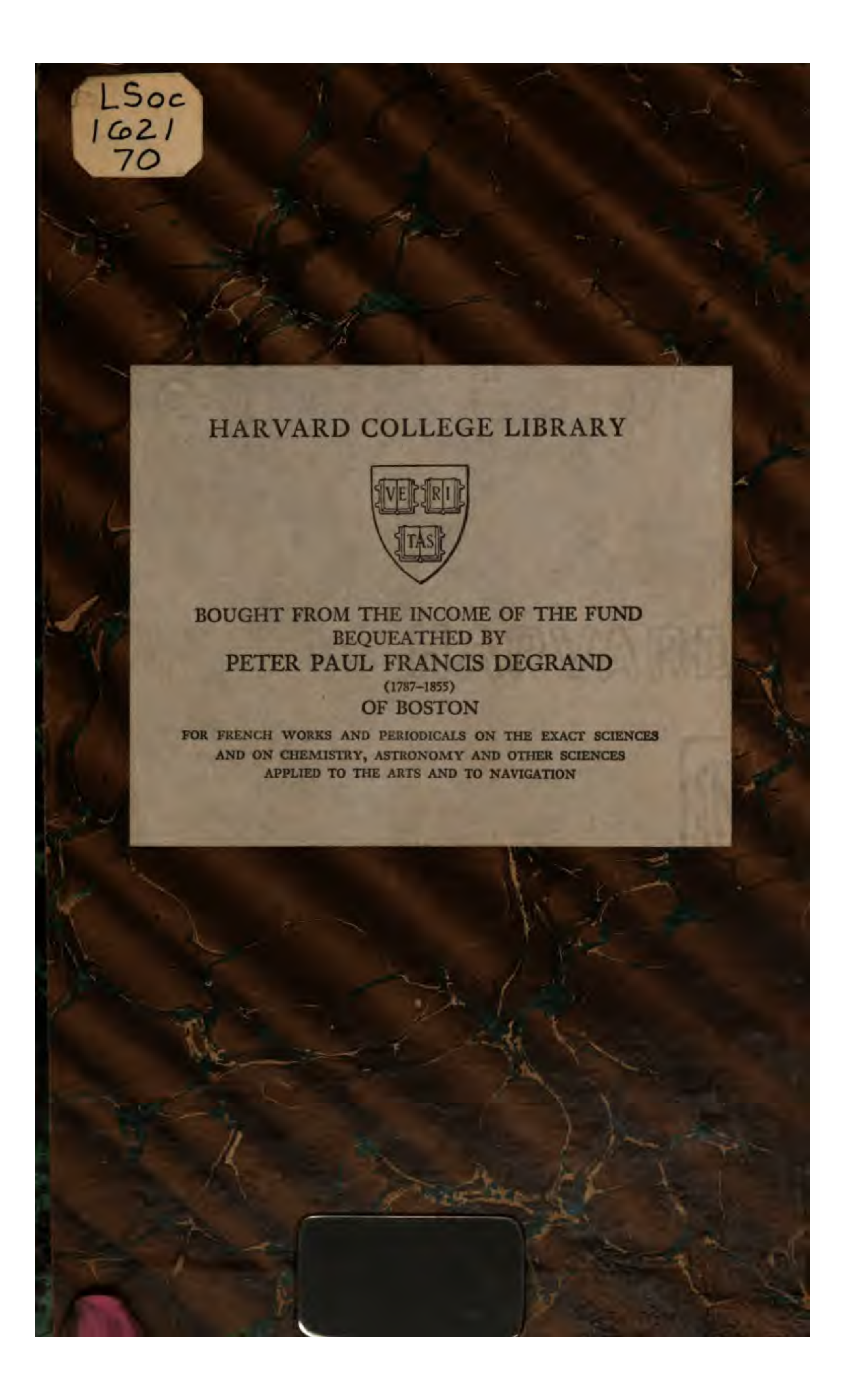
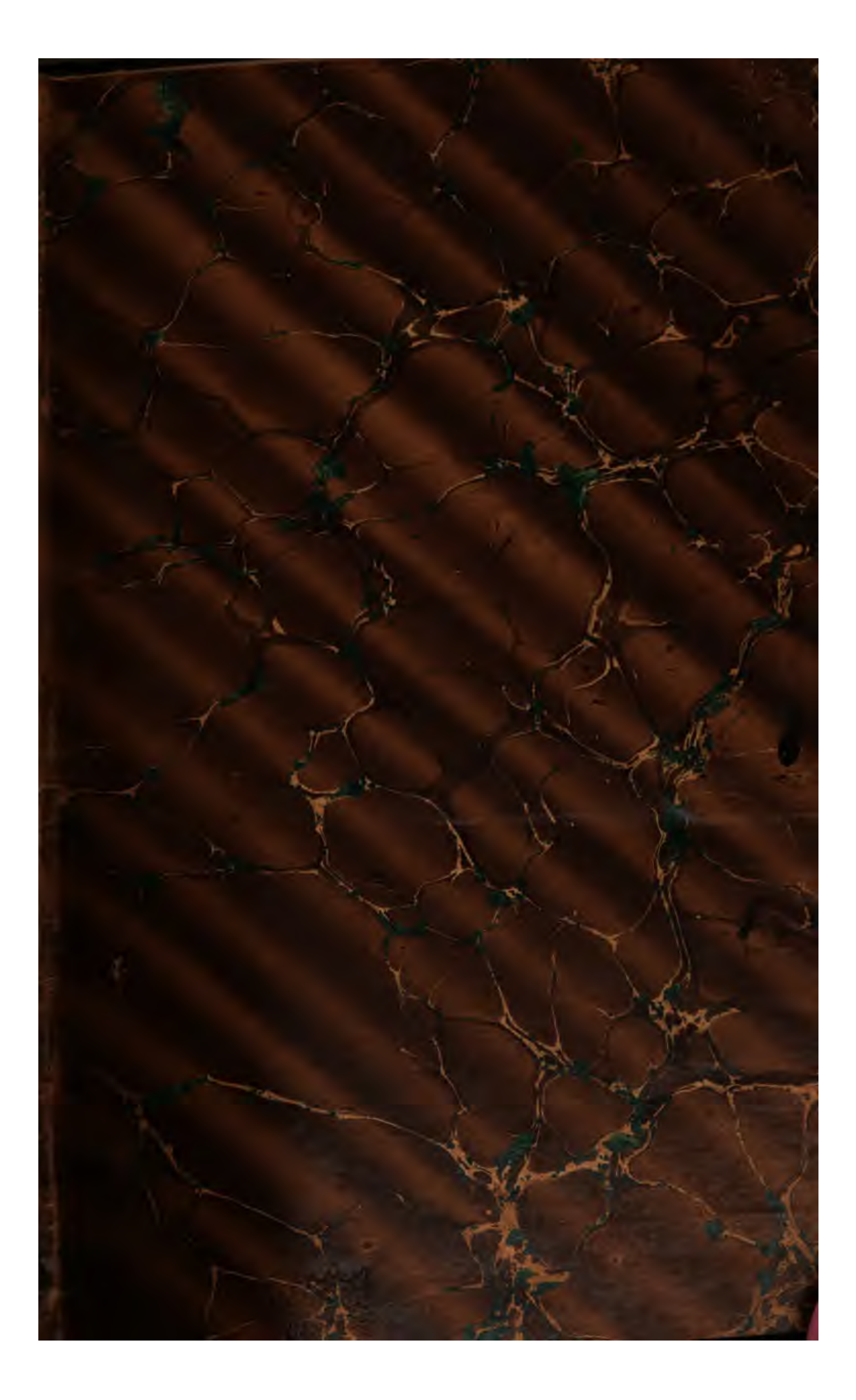






LSoc 1621 70
HARVARD COLLEGE LIBRARY
VE RI TAS
BOUGHT FROM THE INCOME OF THE FUND
BEQUEATHED BY
PETER PAUL FRANCIS DEGRAND
(1787–1855)
OF BOSTON
FOR FRENCH WORKS AND PERIODICALS ON THE EXACT SCIENCES
AND ON CHEMISTRY, ASTRONOMY AND OTHER SCIENCES
APPLIED TO THE ARTS AND TO NAVIGATION



BULLETIN HEBDOMADAIRE

DE

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE

DE FRANCE.

BULLETIN HEBDOMADAIRE

DE

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE

DE FRANCE.

SECONDE SÉRIE.

TOME I.

AVRIL 1880 A SEPTEMBRE 1880.

La première série se compose de 25 Volumes.

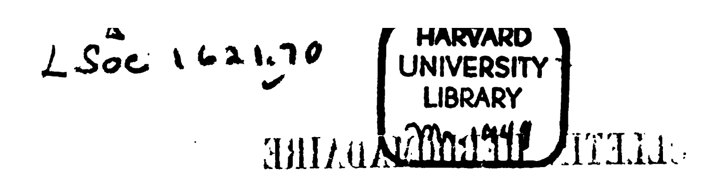
PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS ET DE L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE,

Quai des Augustins, 55.

1880



AVIS COMPLÉMENTAIRE.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

Le *Bulletin hebdomadaire*, publié avec le concours de la Commission scientifique et des Membres de la Société, paraît régulièrement le dimanche, par cahier de 16 pages, et est expédié à domicile aux Souscripteurs. Il forme chaque année deux volumes de 450 pages chacun. Il contient les nouvelles scientifiques de France et de l'étranger, ainsi que divers documents scientifiques adressés au Président.

Les Membres qui payent une cotisation annuelle de 15 francs reçoivent le BULLETIN *gratuitement*.

Le prix de l'abonnement est également de 15 francs pour les personnes qui ne sont pas Membres et qui résident en France. Pour l'étranger, les souscripteurs payent en sus le prix du port, fixé par les tarifs de la poste.

Les Membres ont droit d'assister à toutes les conférences et d'autres séances de l'Association scientifique.

Toutes les personnes qui désirent faire partie de l'Association doivent en faire la demande au Président qui les admet, à moins d'avis contraire donné par le Conseil.

On devient Membre perpétuel en rachetant la cotisation annuelle par un versement unique de cent cinquante francs, lorsqu'on ne s'abonne pas au *Bulletin*, ou de deux cent vingt francs, lorsqu'on veut recevoir gratuitement le *Bulletin*.

Tout abonnement est d'une année au moins.

Il continue d'année en année tant qu'il n'est pas dénoncé par écrit. La dénonciation doit être effectuée avant le mois d'avril, époque où l'Administration a fait les frais du service annuel.

Toute demande de changement d'adresse doit être accompagnée de l'envoi de 50 centimes.

Toute demande de numéros supplémentaires doit être accompagnée de l'envoi de 25 centimes par numéro.

Les abonnés voudront bien envoyer, sans attendre une réclamation, le prix de l'année courante.

Les demandes d'abonnement, les mandats, toutes les communications administratives et scientifiques doivent être adressés à *M. le Président de l'Association Scientifique* (Secrétariat de la Faculté des Sciences, à la Sorbonne).

Les mandats doivent être au nom du Trésorier de l'Association, M. le baron THENARD, membre de l'Institut.

BULLETIN HEBDOMADAIRE

DE

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE

DE FRANCE.

2e SÉRIE. — PREMIER VOLUME.

4 AVRIL 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 1.

SÉANCE GÉNÉRALE DE L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE,

TENUE A LA SORBONNE LE 1er AVRIL 1880.

Allocution du Président.

MESDAMES ET MESSIEURS,

Avant de donner la parole à M. Javal, qui se propose de vous entretenir ce soir d'un sujet non moins intéressant pour la Physiologie que pour l'Hygiène, permettez-moi de remplir un devoir que les Statuts de notre Association m'imposent.

Dans la séance générale d'avril, nous devons vous rendre compte de la situation financière de notre Compagnie et vous faire connaître le montant de nos recettes et de nos dépenses pendant les deux années précédentes, pour la première desquelles l'exercice est clos, tandis que pour la seconde nos évaluations ne peuvent être encore qu'approximatives.

Je dépose sur le Bureau le Rapport présenté au Conseil de l'Association par la Commission des fonds, qui est chargée de l'examen de notre comptabilité, et, pour ne pas abuser de votre temps, je me bornerai à extraire de ce document quelques chiffres.

Pendant l'exercice 1878-1879, arrêté définitivement le 31 mars 1880, les recettes ont été de 36 649fr,75.

Les dépenses se sont élevées à 27944fr,14.

L'excédent des recettes sur les dépenses a donc été de 8705fr,61.

Sur cette somme nous avons capitalisé 6953fr,61, qui ont été placés en rentes 3 pour 100 au nom de l'Association.

Pour l'année financière 1879-1880, les recettes déjà effectuées s'élèvent à 23999fr,33 et les dépenses soldées à 16751fr,71.

L'excédent des recettes sur les dépenses a donc été de 7247fr,62.

Mais je dois faire remarquer que toutes les rentrées ne sont pas encore effectuées et qu'il reste encore quelques payements à faire.

Les frais d'administration ont été pour 1878-1879 de 4346fr,33. En 1879-1880, ils ont été réduits à la somme de 3625fr,08.

L'économie a donc été notable. Pour les deux exercices, les subventions accordées à divers savants pour faciliter leurs recherches ou leurs publications et les dépenses pour acquisition d'instruments montent à 18075fr,30.

Les dépenses relatives à nos conférences scientifiques et littéraires ont été, pour 1878-1879, de 2524fr,99. Pour 1879-1880, elles ne seront pas plus considérables ; mais il ne me sera possible d'en fixer le montant qu'après la clôture de l'exercice, qui, d'après nos Statuts, reste ouvert jusqu'au 31 mars 1881.

Les frais d'impression pour le *Bulletin* hebdomadaire ont été, en 1878-1879, de 10712fr,62 ; pour l'année 1879-1880, ils resteront à peu près les mêmes.

Enfin les menues dépenses diverses ont été, pour l'année dont l'exercice est clos, de 1456fr.

Les allocations accordées à des savants qui avaient besoin de notre concours pour l'acquisition d'instruments ou pour la publication de leurs œuvres n'ont pas été, à beaucoup près, aussi considérables que nous l'aurions désiré ; cependant nous avons pu attribuer :

1000fr à un astronome éminent, M. Lœwy, pour couvrir une partie des dépenses occasionnées par ses recherches personnelles ;

800fr à M. H. Filhol pour aider à la publication des nombreuses planches qui accompagnent son travail sur la faune fossile de la France ;

500fr à l'observatoire météorologique dont l'établissement est projeté au mont Ventoux ;

400fr à M. de Folin pour l'acquisition d'engins nécessaires à l'exploration du fond de la mer dans le golfe de Gascogne ;

300fr à M. Villot pour aider à la publication de planches relatives à l'anatomie de quelques animaux annelés ;

200fr à M. Vayssière, pour la lithographie d'une partie de ses planches sur l'anatomie des Mollusques.

Une somme de 500fr est tenue à la disposition de M. Sirodot pour contribuer à la publication de ses recherches sur les Éléphants fossile du mont Dol.

Pour témoigner de l'intérêt que l'Association porte à la culture des sciences par la jeune génération élevée dans nos Lycées, nous avons, avec l'autorisation de M. le Ministre de l'Instruction publique, donné aux lauréats du grand Concours

un prix de Mathématiques, un prix de Physique, un prix de Chimie et un prix d'Histoire naturelle.

Un sentiment analogue a déterminé le Conseil à faire inscrire le nom de notre Association sur la liste des souscriptions pour le monument que la ville de Blois élève à la mémoire de l'une des gloires scientifiques de la France, Denis Papin.

Je ne parlerai pas des services rendus par nos conférences scientifiques et littéraires, car l'affluence des auditeurs en témoigne suffisamment; mais je dois ajouter que, pour propager certaines connaissances spéciales dont l'utilité devient de jour en jour plus évidente, nous avons institué l'année dernière un Cours gratuit sur la théorie scientifique de la Photographie et sur la pratique de cet art. A cet effet, un professeur des plus habiles, M. Davanne, vice-président de la Société française de Photographie, nous a généreusement donné son concours, et ses leçons ont été suivies régulièrement par environ cinq cents auditeurs.

Dans un Rapport précédent, nous avons expliqué comment l'Association sert d'intermédiaire entre divers donateurs et les personnes ou les établissements qui s'occupent d'observations météorologiques; j'ajouterai ici que depuis la fondation de ce service le nombre des thermomètres distribués ainsi a été de 324, le nombre des udomètres de 618 et le nombre des baromètres s'est élevé à 1938. Enfin, sur la proposition du Directeur du Bureau central météorologique, le Conseil a donné cinq médailles à des marins pour leurs observations faites en mer.

En résumé, notre Association est prospère. Sa situation financière est bonne, et, malgré l'extrême modicité de nos cotisations, nous sommes parvenus à nous créer un capital social de 86578^{fr} et nous avons en caisse environ 9000^{fr}.

Le nombre de nos Membres augmente, et peut-être aurions-nous fait sous ce rapport plus de progrès si, cédant au désir d'être utiles à tous ceux qui désirent s'instruire, nous n'avions pas cru devoir donner pour nos conférences beaucoup de cartes de faveur à des personnes dont plus d'une aurait pu très facilement verser dans la caisse de l'Association la cotisation minime de 10^{fr} par an, qui constitue la principale source du revenu dont l'emploi vient d'être indiqué. Quoi qu'il en soit à cet égard, dans l'intérêt des savants dont nous sommes désireux de faciliter les travaux, je vous prierai, Mesdames et Messieurs, de recruter pour notre Association le plus de Membres possible.

Jadis c'était pour chacun de nous une obligation; maintenant, je vous le demande comme un service, et j'ose espérer que vous ne me refuserez pas votre concours.

Le compte rendu de la conférence de M. le Dr Javal paraîtra dans un prochain numéro du *Bulletin hebdomadaire*.

Le dépouillement du scrutin pour le renouvellement du bureau aura lieu dans la première réunion du Conseil, et le résultat en sera annoncé dans un des prochains numéros du *Bulletin*.

CONFÉRENCE DU 10 AVRIL A LA SORBONNE.

M. Stanislas Meunier, aide-naturaliste au Muséum : Sur les pierres tombées du ciel.

SUR L'HYPOTHÈSE DE LAPLACE.

M. Faye a présenté à l'Académie des Sciences, dans la séance du 15 mars et dans la séance du 22 mars, deux Notes relatives à l'hypothèse de Laplace. Nous croyons que les Membres de l'Association liront avec intérêt un Extrait de l'ensemble de cet important travail.

« La belle hypothèse de Laplace sur la formation de notre monde est trop connue pour qu'il soit besoin de la rappeler ici. Elle paraissait rallier, il y a peu d'années, la grande majorité et même, d'après notre célèbre Correspondant feu le P. Secchi, l'unanimité des suffrages des astronomes. Cependant des doutes sérieux se sont élevés à l'étranger dans ces derniers temps, et le moment paraît être venu de soumettre cette hypothèse à un nouvel examen. C'est une tâche que je vais m'efforcer de remplir avec le respect que nous devons aux idées de notre grand géomètre et la réserve qu'impose un sujet si délicat.

» A l'époque de Laplace, cette hypothèse satisfaisait admirablement aux conditions que l'on connaissait ou du moins que l'on croyait bien connaître. Il y a dans notre système, disait Laplace, quarante-trois mouvements qui tous s'effectuent dans le même sens, à savoir les circulations de onze planètes et de dix-huit satellites, puis les rotations de quatorze de ces corps, à savoir le Soleil, six planètes, la Lune, les satellites de Jupiter, l'anneau de Saturne et un de ses satellites. Or on trouve, par le Calcul des probabilités, qu'il y a plus de 4000 milliards à parier contre 1 que cette disposition n'est pas l'objet du hasard, ce qui forme une probabilité bien supérieure à celle des événements historiques sur lesquels on ne se permet aucun doute. Nous devons donc croire, au moins avec la même confiance, qu'une cause primitive a dirigé dans le même sens que la rotation du Soleil toutes ces circulations, toutes ces rotations de planètes et de satellites.

» Aussi Laplace a-t-il conçu son hypothèse de manière à

assurer le même sens aux mouvements de circulation autour du Soleil, aux rotations des planètes, aux rotations des satellites et à leur circulation autour de leurs planètes centrales dans toute l'étendue du système solaire. Depuis cette époque, on a découvert plus de deux cents planètes, et l'une d'elles, Neptune, a presque doublé l'étendue de notre système. De cet énorme nombre de planètes nouvelles trouvées dans des régions différentes, pas une n'est venue contredire l'idée de Laplace.

» Il y a donc dans cette théorie un point inébranlable : c'est l'idée que notre système a été formé aux dépens d'une masse primitivement fort étendue et animée principalement d'un mouvement de rotation de droite à gauche. Quel que soit le mode de formation des planètes, lesquelles n'ont d'ailleurs emprunté à la masse primitive que $\frac{1}{700}$ au plus de sa valeur, la circulation originaire a dû engendrer des planètes se mouvant dans le même sens dans le plan de l'équateur primitif.

» Cependant, à côté de ces éclatantes confirmations, il s'est produit aussi des contradictions irrécusables qui ont ébranlé tout le reste de l'hypothèse. A l'époque de Laplace, les mouvements des satellites d'Uranus n'étaient pas bien connus. Il a fallu réduire à quatre leur nombre, évalué d'abord à six. La détermination du sens de leurs mouvements, qu'on avait crus d'abord directs par pure analogie, exigeait un temps assez long. On a fini par reconnaître que tous ces satellites sont rétrogrades, ce qui donne à croire que la rotation de la planète affecte le même sens.

» Mais la théorie était faite. Les astronomes se sont consolés d'abord de cet échec en pensant, fort gratuitement d'ailleurs, qu'il n'y avait là, au bout du compte, qu'une exception probablement due à quelque cause extérieure ; mais, plus tard, on a découvert un satellite à la planète Neptune, bien plus loin encore qu'Uranus, et ce satellite s'est trouvé encore plus franchement rétrograde que ceux de cette dernière planète. Il ne s'agissait donc pas là d'une exception, mais d'un ensemble de faits, et la conclusion que voici, bien qu'elle n'ait pas été formulée, s'impose désormais. Le système solaire se divise en deux moitiés : dans l'une, la plus voisine du Soleil, les rotations des planètes et les mouvements des satellites sont tous directs; dans l'autre moitié ils sont tous rétrogrades.

» L'hypothèse de Laplace ne donne des mouvements directs aux satellites et aux rotations planétaires que par suite d'une idée préconçue dont je vais indiquer la filiation. Elle admet, en effet, que les anneaux nébuleux successivement détachés du Soleil tournaient autour de lui tout d'une pièce dans le sens direct, à la manière d'un anneau solide, en sorte qu'au bord extérieur la vitesse linéaire de rotation était plus grande qu'au

bord intérieur, dans l'exacte proportion des distances au centre. S'il en est ainsi, et que l'anneau vienne à se transformer en une masse unique par la concentration de toutes ses particules autour d'un centre d'attraction prépondérant, cette masse devra prendre une rotation directe et donner plus tard naissance à des satellites également directs.

» Laplace avait profondément étudié la théorie des anneaux de Saturne, dont la considération l'a évidemment mis sur la voie quand il a voulu aborder plus tard la formation du système solaire. Or, dans ses recherches analytiques sur ces anneaux, Laplace a adopté et développé une idée de Maupertuis; il admettait, comme lui, que l'anneau de Saturne est animé d'un mouvement de rotation autour d'un axe, et il a montré que dans ces conditions un anneau fluide peut être en équilibre sous l'action mutuelle de ses particules combinées avec sa rotation et les forces extérieures, pourvu que la période de la rotation fût celle de la circulation d'un satellite placé là, et que sa figure génératrice fût une ellipse ayant son grand axe dirigé vers la planète. Évidemment Laplace a conçu plus tard sur le même plan tous les anneaux fluides qu'il a imaginés autour du Soleil.

» Or, aujourd'hui, les idées des astronomes ont totalement changé à ce sujet. On a abandonné l'idée de Maupertuis et de Laplace pour revenir à celle de Cassini, qui déjà considérait les anneaux de Saturne comme une réunion de satellites, à la vérité sans s'appuyer sur des considérations de Mécanique (¹).

» Mais alors les particules de ces anneaux les plus éloignées du corps central ont les moindres vitesses linéaires, et, si elles viennent à se condenser en un seul globe devant donner naissance à une planète entourée de satellites, les rotations et les circulations de ce petit système seront toutes rétrogrades, comme cela a lieu dans une moitié du monde solaire. Seulement l'hypothèse de Laplace ainsi modifiée exigerait qu'il en fût de même partout, en sorte que pour nous en particulier, habitants de la Terre, le sens du mouvement journalier du ciel devrait être renversé.

» Ce n'est pas tout : on a découvert il y a trois ans, en Amérique, deux satellites à la planète Mars, qui n'en paraissait avoir aucun du temps de Laplace. Or le premier circule dans une région interdite par la théorie à la formation de ces astres. La durée de la rotation d'une planète, disait Laplace, doit être, dans mon hypothèse, plus petite que la durée de la révolution du corps le plus voisin qui circule autour d'elle. Or le satellite Phobos fait le tour de la planète en trois fois moins de temps

(¹) *Voir* à ce sujet les beaux Mémoires de M. Hirn et de feu M. Clerk Maxwell.

que la planète ne tourne autour de son axe. Ce n'est pas là la seule exception à la règle de Laplace ; il en est de même, comme l'a remarqué depuis longtemps M. Roche, d'une partie des anneaux de Saturne. Il y a donc quelque défectuosité dans l'idée mère de la théorie.

» L'idée mère du système de Laplace, c'est que le Soleil est, sauf l'incandescence, un globe comme le nôtre, solide ou liquide, entouré d'une atmosphère. Cette atmosphère, enrichie sans doute de quelques matériaux plus volatils que les autres, s'était étendue autrefois, sous l'influence de la chaleur originaire, jusqu'aux limites de notre monde, la vitesse de rotation du globe central se propageant dans ses couches successives, par l'effet de leur friction mutuelle, de manière à régler en parfait accord la rotation de l'atmosphère sur celle du globe central. Par l'effet du refroidissement, ce globe central s'est contracté peu à peu ; sa vitesse de rotation, et par suite celle de l'atmosphère, a donc été en s'accélérant. Mais il y a une limite que celle-ci ne saurait dépasser : c'est celle où la force centrifuge équatoriale fait équilibre à la pesanteur ; tout ce qui est au delà cesse d'appartenir à cette atmosphère et doit se mettre à circuler planétairement autour du Soleil. Mais ici on oublie une chose, ce me semble : c'est que, si le globe central se contracte peu à peu par le refroidissement, il en sera de même de l'atmosphère. Or rien ne prouve qu'elle ne se contractera pas assez pour ne pas se laisser atteindre par la limite ci-dessus posée. Il suffirait qu'à une augmentation de 1 millième dans la vitesse de rotation du globe central correspondît une contraction de $\frac{1}{2}$ millième dans le rayon de l'atmosphère pour que celle-ci ne laissât jamais rien perdre et ne donnât jamais lieu à la formation d'une planète.

» Les études modernes ont fait rejeter cette conception. Pour nous, la masse du Soleil est à l'état de fluidité plus ou moins complète dans toute son étendue. Il n'y a plus de sol solide ou liquide qui marque le commencement d'une atmosphère. Ce qu'on nomme la photosphère n'est que la région où l'abaissement progressif de la température interne permet à certaines vapeurs de se condenser passagèrement et de former une zone mobile de nuages incandescents. Si donc le Soleil s'est étendu plus loin autrefois, c'est sa masse entière qui se sera dilatée ; c'est elle qui se sera contractée tout entière sous l'influence du refroidissement.

» Pour savoir si, dans cette conception, le Soleil a pu abandonner une faible partie de sa masse sous l'influence du refroidissement et de l'accélération qui a dû en résulter dans son mouvement de rotation, il faudrait connaître, à ces âges divers, la loi suivant laquelle la densité a varié du centre à la surface. Nous ne connaissons pas cette loi, mais nous pouvons

la représenter algébriquement par une expression contenant des paramètres arbitraires tels, qu'on aura à volonté les genres de décroissement les plus variés du centre à la surface.

Il résulte des calculs qu'un Soleil ainsi constitué, et se rapprochant bien plus de nos idées modernes que celui de Laplace, n'aurait jamais abandonné la moindre parcelle de sa masse en se contractant de manière à arriver à l'état actuel.

Sur l'origine du système solaire. — L'hypothèse de Laplace est basée sur la préexistence d'un globe possédant toute la masse du système solaire, toute son énergie mécanique sous forme de rotation. Par l'action d'une chaleur intense, d'origine non définie, l'atmosphère de ce globe, car il lui faut une atmosphère, se serait dilatée jusqu'aux limites du monde actuel. En se refroidissant, elle aurait abandonné çà et là, dans le plan de l'équateur primitif, les matériaux des planètes. Sous cette nouvelle forme, l'énergie première subsiste intégralement; mais, cette fois, c'est dans des circulations qu'on la retrouve presque en entier. Ainsi, par l'intervention de la chaleur et le jeu de la force centrifuge, Laplace fait naître une tout autre répartition de la masse et des mouvements, qui répond jusqu'à un certain point à ce que nous voyons. Mais cette intervention de la chaleur est elle-même une pure hypothèse; pour la justifier, on a dû supposer, avec Poisson, qu'il y a dans l'univers des plages à températures très différentes et que le globe primitif avait passé, en vertu de son mouvement de translation, dans une des plus chaudes.

L'observation nous conduit pourtant à d'autres idées. Les nébuleuses, où la matière est disséminée dans de vastes espaces, nous ont toujours fait, à nous autres astronomes, l'effet d'être le point de départ d'évolutions bien différentes aboutissant aux formations finales les plus variées, telles que les soleils simples, les soleils doubles, triples, quadruples, les amas globulaires de soleils minuscules se comptant par milliers. Il faut voir cela par une belle nuit, à l'aide d'un bon télescope, sous la direction d'un astronome expérimenté qui ait eu la complaisance de choisir d'avance les objets. Le spectateur se trouve alors, devant la série de ces formes si variées, d'abord rudimentaires, puis de plus en plus accentuées, dans la situation d'un naturaliste qui parcourt une forêt, embrassant d'un coup d'œil les phases de la vie d'une même essence, bien que ces phases exigent en réalité pour chaque arbre une longue suite d'années. N'est-il pas naturel de s'inspirer de ces faits, d'autant plus que notre système appartient au type le plus commun, le plus facile à comprendre, celui d'une nébulosité d'abord vague, puis présentant une condensation centrale, s'absorbant peu à peu, régulièrement, dans une étoile nébuleuse, et finalement dans un soleil unique sur le

fond noir du ciel? Alors la chaleur n'apparaît plus comme un agent extérieur qu'il faut invoquer arbitrairement : nous la voyons se développer peu à peu en certains points de la nébuleuse, comme un résultat de l'énergie propre à toute grande dissémination de matériaux exerçant à distance une attraction mutuelle. C'est donc une phase naturelle dans la série de ces phénomènes; on peut même concevoir un état antérieur où la matière disséminée sera restée longtemps obscure et froide. Les indications merveilleuses de l'analyse spectrale et la théorie mécanique de la chaleur confirment pleinement cette manière de voir.

» Supposons, pour fixer les idées, que la matière de notre système ait été disséminée ainsi, à l'origine, dans un espace globulaire d'un rayon cent fois plus grand que celui de l'orbite de Neptune. Vue à la distance de la nébuleuse planétaire dont le Dr Brunnow a osé mesurer la parallaxe, cette année même, à l'Observatoire irlandais de Dunsink, la nôtre n'aurait apparu qu'avec un diamètre de 5'. La densité de la matière, en l'évaluant comme si elle était continue, y serait deux cent cinquante milliards de fois moindre que celle de l'air d'un récipient où l'on aurait fait le vide au millième. Sa température sera voisine du zéro absolu à une époque où les étoiles actuellement visibles pouvaient n'être pas encore formées. Malgré cette incroyable dissémination, l'attraction de la masse entière ne s'en fait pas moins sentir partout. Une molécule quelconque, circulant à la superficie, aurait une vitesse dix fois moindre seulement que celle de Neptune. A l'intérieur, l'attraction de la masse entière va en décroissant vers le centre, juste en proportion de la distance à ce point, et réalise ainsi, passagèrement, il est vrai, c'est-à-dire tant que durera l'homogénéité de la nébuleuse, une conception abstraite des forces centrales dont on expose les conséquences dans les Traités de Mécanique, depuis que Newton l'a signalée comme une loi tout aussi capable de relier harmonieusement les mouvements d'un monde que celle de la gravité variant en raison inverse du carré des distances. Alors tous les corps placés dans cette vaste enceinte décriraient, sous la moindre impulsion, des ellipses ou des cercles ayant leurs centres au centre de la nébuleuse; pour tous ces corps, la durée de la révolution serait la même, mille fois plus grande que celle de Neptune. Une molécule tombant d'un point quelconque vers le centre l'atteindrait dans le quart de cette durée, c'est-à-dire en quarante et un mille ans.

» Cette nébuleuse se meut. Nous retrouvons, dans la translation du Soleil vers la constellation d'Hercule, le mouvement de son centre de gravité. Le mouvement total devait être plus complexe et comprendre une lente rotation ou plutôt une

sorte de tourbillonnement de la masse entière autour d'un certain axe, comme dans les nébuleuses de lord Rosse. Mais ce n'est que dans le plan centralement perpendiculaire à cet axe que ces rotations ont pu se régulariser et se dessiner d'une manière persistante, parce que là elles s'effectuaient juste suivant les mêmes lois qu'une circulation réglée par la pesanteur propre au système, c'est-à-dire de toutes pièces. Si alors des traînées de matière à peu près circulaires, en un mot des anneaux comme ceux de Saturne ou ceux de quelques nébuleuses, telles que la cinquante et unième du Catalogue de Messier, ont fini par s'établir au sein de la nôtre près de l'équateur primordial, la vitesse a dû y aller en croissant du bord interne de chaque anneau à son bord extérieur, proportionnellement à la distance au centre, comme s'il s'agissait de la rotation d'un anneau solide.

» Toutes les planètes provenant de la rupture de ces anneaux continuent à circuler dans le sens primitif, que nous appellerons *direct*. C'est là le fait capital dont l'hypothèse de Laplace rend si bien compte. Seulement leurs rotations seraient toutes directes si les choses restaient en cet état. Mais, dès le commencement, je veux dire dès que cette nébuleuse s'est trouvée pleinement isolée, il s'est produit un phénomène qui a modifié ces premières conditions. De toutes les régions qui ne participent pas à ces circulations régulières, les matériaux de la nébuleuse tombent vers le centre, en décrivant des ellipses très allongées et non des cercles; elles y opèrent une condensation progressive, en sorte que, abstraction faite d'une foule de mouvements partiels, la densité de la nébuleuse cesse d'être uniforme et finit par aller en croissant régulièrement de la surface au centre. Ainsi la nébuleuse, pendant toute la période de concentration, est divisée en deux régions bien différentes : 1° l'extérieure, où les anneaux, en donnant naissance à des planètes, imprimeront à celles-ci une rotation rétrograde, comme celle d'Uranus ou de Neptune; 2° l'intérieure, où les planètes auront toutes une rotation directe, comme Saturne, Jupiter, etc. C'est le phénomène singulier que notre monde présente et contre lequel vient se buter l'hypothèse de Laplace. Il se trouve ainsi rattaché au simple accroissement de densité du bord au centre de la nébuleuse. Sans doute les choses pourraient se passer autrement; si les anneaux avaient une masse prépondérante, ils attireraient à eux tous les matériaux et finiraient par vider les régions centrales, comme dans la nébuleuse de la Lyre.

» Le système ainsi formé n'est nullement définitif; il occupe d'abord un espace bien plus grand que notre monde actuel; mais, dans la suite des temps, la condensation centrale progresse toujours, non par refroidissement, bien entendu, mais

par l'appel continu de la gravité. Les orbites planétaires étaient d'abord plongées dans la masse diffuse et rare de la nébuleuse. Peu à peu cette masse quitte les régions extérieures aux orbites et va se concentrer à l'intérieur, vers le centre de ces mêmes orbites. Les aires décrites en un temps donné dans ces circulations ne changeront pas pour cela, mais les anneaux ou les planètes se rapprocheront peu à peu du centre, et leur vitesse ira en s'accélérant, conformément à la théorie que Laplace a donnée au quatrième Volume de la *Mécanique céleste*, pour le cas inverse où la masse centrale irait en diminuant. Ici, il ne s'agit pas de minces effets; mais aussi c'est la masse presque entière de la nébuleuse, à $\frac{1}{700}$ près, qui marche ainsi dans l'espace, d'orbite en orbite, pour se réunir au centre. A cela s'ajoute une autre cause qui agit exactement de la même manière, à savoir la résistance des matériaux qui traversent incessamment l'espace en tombant à peu près directement vers le Soleil et de presque tous les côtés. Il est d'ailleurs évident que cette double et continuelle contraction des orbites s'opérera sans altérer en rien le sens de la rotation des planètes ni le sens de la circulation de leurs satellites.

» Quant aux distances des planètes au Soleil ou des satellites à leur planète, rien n'empêche qu'elles se trouvent aujourd'hui hors des limites posées par Laplace; il n'est plus question, en effet, de faire intervenir ici le jeu de la force centrifuge pour produire les uns aux dépens des autres.

» Nous avons supposé que le Soleil absorbait *tout* ce qui n'était pas engagé dans la circulation des anneaux voisins de l'équateur primitif. Il n'en saurait être tout à fait ainsi. Une partie des nébulosités superficielles, surtout vers les pôles, animées d'impulsions latérales très faibles par diverses causes et décrivant autour du centre des ellipses très allongées, auront pu traverser les régions centrales sans s'y arrêter. Échappées à l'agglomération où s'est formé plus tard le Soleil, elles ont pourtant subi son action à plusieurs reprises et auront continué à décrire des trajectoires allongées, variables de forme et de position, dont le terme final sera une ellipse ayant son foyer là où l'ellipse primitive avait son centre. Sans doute se présente ici la difficulté du rétrécissement si rapide qu'ont subi les orbites circulaires; mais, comme ces parcelles se meuvent dans des ellipses allongées, atteignant ou même dépassant les limites de la nébuleuse, elles ont dû échapper presque complètement à cet effet, puisqu'une partie de leurs orbites se trouvaient, dès l'origine, en dehors de la région où la masse se déplace. La durée de la révolution a dû rester très considérable et se compter par milliers d'années, comme dans les premiers temps. Quant au sens du mouvement, il sera indifféremment direct ou rétrograde; l'inclinaison des

plans des orbites sur l'équateur primitif sera quelconque; en un mot, ce sera le monde des comètes, qui appartient si visiblement au système solaire, bien que l'hypothèse de Laplace soit forcée de les en exclure.

» Quoi qu'il en soit de ce point délicat, notre système est devenu stable à partir du moment où la partie de la nébuleuse non engagée dans les planètes s'est entièrement absorbée dans le Soleil. Le vide a été fait partout, comme autour des étoiles simples ou doubles que l'on voit sur un ciel noir. Il reste à dépenser l'énergie transformée en chaleur, mais celle qui a conservé la forme de mouvement restera.

» Cette conservation n'est pourtant pas absolue. Les attractions provoquent dans tous ces corps des tiraillements internes qui produisent un peu de chaleur. Les masses cométaires, en passant près du Soleil, se décomposent en traînées nébuleuses comme par un retour à leur origine; celles-ci vont choquer des planètes et y engendrent de la lumière et de la chaleur. Ainsi s'efface peu à peu une partie de la provision d'énergie mécanique, mais ce n'est plus qu'une faible image du passé.

» Il resterait à revenir sur le point de départ, cette mystérieuse dissémination de la matière obscure qui renferme en puissance tant de merveilles; mais ce doit être là le terme infranchissable que l'on rencontre dans toutes les questions d'origine. Toutefois la possibilité n'est pas à nier : la force répulsive du Soleil, que j'ai attribuée à l'action des surfaces incandescentes et où d'autres astronomes voient le jeu des forces électriques, produit *sous nos yeux*, dans la matière déjà si divisée des comètes, mais en miniature, une dissémination toute pareille.

» Je demande pour ce rapide exposé l'indulgence de l'Académie, car je sens combien il est loin de l'incomparable précision qu'on admire dans l'hypothèse de Laplace. Depuis que celle-ci a été formulée, les deux Herschel, avec leurs puissants télescopes, les astronomes américains, avec leurs gigantesques lunettes, nous ont appris à mieux lire dans le ciel; l'analyse spectrale et la Thermodynamique ont été créées; enfin Laplace n'a pas connu des conditions nouvelles que l'observation vient de nous révéler jusque dans ces derniers temps : j'ai cru que le moment était venu d'essayer de faire entrer tout cela en ligne de compte. »

Le Gérant, E. COTTIN.
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

11 AVRIL 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 2.

CONFÉRENCE DU 17 AVRIL A LA SORBONNE.

M. le comte F. de Lesseps, membre de l'Institut : Voyage à l'isthme de Panama.

SUR LES PROGRÈS DE LA TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE. LA TRANSMISSION SIMULTANÉE; Conférence du 13 mars, par M. Antoine Breguet.

MESDAMES, MESSIEURS,

C'est en 1845, c'est-à-dire il n'y a pas encore quarante ans, que le télégraphe électrique fonctionnait en France pour la première fois. C'était entre Paris et Versailles. La première ligne française avait donc 20^{km} de longueur. Aujourd'hui les lignes de la France seule dépassent en longueur le diamètre de notre globe, et la lumière, qui franchit 77000 lieues par seconde, mettrait plus de quatre secondes à parcourir toutes les lignes télégraphiques connues, mises bout à bout.

Ces chiffres prodigieux montrent assez combien est grand le nombre des messages télégraphiques. En France, il y a eu dix millions de dépêches taxées en 1878 pour 36 millions d'habitants. Mais si l'on réfléchit qu'une dépêche intéresse toujours deux personnes, l'envoyeur et le destinataire, on voit qu'il s'en faut de peu qu'en moyenne chaque Français et chaque Française n'aient eu leur dépêche. Aux États-Unis la proportion est bien plus considérable encore.

Je crois donc inutile d'insister sur l'importance du sujet que je me suis proposé de traiter devant vous; mais il est justement si vaste que je ne pourrai l'approfondir un peu qu'en l'attaquant sur un point très particulier, sur ce que j'appellerai la *télégraphie rapide;* je m'explique :

Si la ligne de Paris à Marseille ne peut transmettre au maximum que vingt dépêches à l'heure, par exemple, l'État sera dans l'obligation d'établir une nouvelle ligne pour satis-

faire à un service de quarante dépêches à l'heure. Mais on aura atteint le même but si l'on a combiné des appareils capables de transmettre quarante dépêches sur la première ligne. On aura atteint le même but et on aura réalisé une économie considérable; car, en évitant de construire une seconde ligne, ce sont des centaines de mille francs de moins à dépenser; et il n'y a pas d'appareil télégraphique, si perfectionné qu'il soit, qui puisse coûter plus de quelques milliers de francs. Lorsqu'il s'agit de lignes sous-marines, le cas est encore bien autrement grave : on arrive vite aux millions; et réussir à transmettre deux fois plus de dépêches en un temps donné équivaut à gagner du coup plusieurs millions de francs, ou à ne pas les dépenser, ce qui revient à peu près au même.

Vous le voyez, le problème à se poser, le problème de la transmission rapide, est celui-ci : chercher les moyens par lesquels, au lieu d'envoyer vingt dépêches par heure, on en enverra cent, deux cents, trois cents et plus pendant le même temps, et cela sur la même ligne; autrement dit, chercher à augmenter le rendement d'une ligne.

Ce sont les solutions de ce problème que nous allons examiner ensemble, si vous le voulez bien, car c'est un des côtés par lesquels les progrès de la télégraphie ont été les plus remarquables, je dirai presque les plus miraculeux dans ces derniers temps.

Je m'occuperai d'abord de la composition des alphabets télégraphiques;

J'étudierai les conditions générales de la transmission rapide;

Enfin je passerai à l'énumération et à la description raisonnée des principales méthodes employées pour augmenter le rendement des lignes télégraphiques.

I. Pour transmettre des messages, il faut pouvoir transmettre des mots, des lettres. Il est donc nécessaire de composer un alphabet, et les éléments d'un alphabet ne sont ici autre chose que des signaux.

Eh bien, qu'est-ce qu'un signal? Un signal est pour nous le résultat de l'action d'une masse d'électricité qui vient agir sur un organe capable de témoigner cette action par un mouvement visible, par le déplacement de quelque chose de matériel. Le courant passe dans cette bobine; son noyau de fer s'aimante et attire une palette également en fer doux : voilà un signal. Le courant passe dans cette autre bobine et désaimante son noyau, qui n'étant autre chose qu'un aimant supporte un poids assez lourd. Le poids tombe : voilà encore un signal.

Le courant va maintenant traverser la bobine circulaire d'une machine de Gramme; la bobine se mettra à tourner : nouveau signal. Cette dernière expérience va me permettre

de vous exposer une sorte de représentation d'un courant électrique, dont j'ai l'intention de me servir plusieurs fois dans le cours de cette séance.

Je veux vous convaincre de la grande analogie qui existe entre un courant électrique et un courant d'eau; et si je réussis, je pourrai remplacer toutes mes expériences télégraphiques, qui seraient invisibles pour un pareil auditoire, par des expériences sur des appareils plus grossiers, mais aussi plus démonstratifs et plus faciles à comprendre.

Vous venez de voir cette machine de Gramme tourner sous l'influence d'un courant électrique. Vous voyez aussi ce moulin tourner sous l'influence d'un courant d'eau. Si je renverse le sens du courant électrique, la bobine de Gramme tournera en sens contraire; il en est de même pour le moulin si je change le sens du courant liquide. De quoi dépend le sens, le signe de ce courant? Il dépend de l'inégalité des niveaux de ces deux réservoirs extrêmes, qui change elle-même de signe à ma volonté. Ainsi, pour produire un courant, il n'y aurait pas autre chose à faire qu'à élever un de ces vases par rapport à l'autre. Pour maintenir ce courant, on serait obligé de prendre continuellement de l'eau dans le récipient qui se remplit, pour la reporter dans ce réservoir qui se vide. Et c'est là le travail qui produirait un courant constant, travail qui consiste à conserver entre deux masses liquides une même différence de niveau. Pour produire ce travail, l'opérateur se fatigue, il consomme les aliments qui l'ont nourri et qui lui ont donné la force nécessaire.

Eh bien, une pile ne fait pas autre chose que maintenir une différence de niveau ou quelque chose d'analogue entre deux masses d'électricité, et c'est pour cela qu'il y a courant. La pile aussi se fatigue, et ce qu'elle consomme, ce sont ses aliments à elle, son genre de nourriture particulier, du zinc et des acides en général.

Il est donc bien établi que, toutes les fois que j'expérimenterai sur un courant d'eau et un moulin, vous vous représenterez, par un effort d'esprit, un courant électrique et une bobine de Gramme, puisque vous avez saisi l'analogie très grande qui existe respectivement entre eux; et, par un autre effort d'esprit, vous pourrez concevoir qu'au lieu d'agir sur des machines de Gramme le courant manifeste son passage en attirant ou en libérant la palette d'un électro-aimant, comme vous l'avez vu tout à l'heure.

Jusqu'à présent je n'ai défini qu'un signal, et un signal n'est point un alphabet. Il faut donc composer cet alphabet pour être en mesure de transmettre des lettres, des mots, des phrases.

Rien n'est plus aisé. Nous conviendrons que la lettre A sera

représentée par deux signaux successifs contraires; que la lettre B sera représentée par trois signaux positifs, précédés d'un signal négatif, et ainsi de suite; puis nous déciderons que, pour séparer les lettres les unes des autres, pour ne pas les confondre, on observera un certain repos, assez long pour ne donner lieu à aucune équivoque.

Je puis choisir encore un autre alphabet, en n'employant que des courants constamment de même sens : convenons, comme dans l'alphabet Morse, que la lettre A soit représentée par un signal court, suivi d'un signal long; B, par un signal long, suivi de trois signaux courts, etc., et nous pourrons alors transmettre des mots par ce procédé. C'est ainsi que la plupart des dépêches de l'État sont transmises. Ces alphabets conventionnels, qui ont de grands avantages, ont aussi leurs inconvénients : entre autres, l'inconvénient de nécessiter une traduction en langage usuel, pour présenter la dépêche au destinataire. Cette traduction prend du temps et peut être une cause d'erreurs. C'est ainsi qu'on risque de recevoir une dépêche vous apprenant qu'un ami est décédé, au lieu de décoré, et autres lapsus du même genre.

II. Maintenant que j'ai établi ce qu'est un signal et comment on peut l'utiliser, je vais rechercher avec vous les qualités qu'il faut exiger d'un appareil télégraphique pour que ces signaux puisse se reproduire à des intervalles aussi courts que possible, c'est-à-dire soient très voisins l'un de l'autre.

La première condition pour se rapprocher de ce but consiste à donner une grande légèreté aux organes mobiles et à ramener les masses mobiles très près de leur axe de rotation si ces masses pivotent autour d'un axe. La loi si connue du pendule vous rendra compte de cette nécessité. Vous avez sous les yeux deux pendules, dont l'un est quatre fois plus long que l'autre, et vous voyez que le plus petit oscille deux fois pendant une oscillation du plus grand. Il est donc plus facile de donner des mouvements rapides au premier; et, puisque leurs poids sont égaux et qu'ils ne diffèrent que par la distance de ces poids aux points de suspension, on est amené à en conclure, par analogie, que les pièces mobiles des télégraphes doivent être courtes et légères; courtes, pour osciller rapidement, et légères, pour que l'on puisse avec le moindre effort les mettre en branle ou les arrêter.

Ainsi, première condition de transmission rapide : légèreté dans les organes qui doivent produire les signaux. C'est là une condition toute mécanique.

J'examinerai maintenant les conditions électriques à remplir pour le même objet. Ces conditions sont au nombre de deux, et je puis vous les faire comprendre par l'analogie des courants électriques et des courants d'eau.

Il est bien clair que, si je veux faire tourner ce moulin avec rapidité, il faudra que je fasse agir sur ces ailettes une masse d'eau assez considérable. Autrement, si je n'emploie qu'un petit filet d'eau, la rotation ne s'opérera pas franchement.

Ceci revient à dire que le débit de l'écoulement, ou que la quantité d'eau qui passe pendant l'unité de temps ne doit pas être trop faible. Or qu'est-ce qui commande le débit? C'est le degré d'ouverture du robinet, c'est le diamètre de l'orifice, et c'est aussi le diamètre de la conduite. Car le robinet pourrait être grand ouvert, si la conduite était formée d'un tube très fin, le réservoir mettrait des heures, des jours peut être à s'épuiser. Ainsi, le diamètre de la conduite peut être un obstacle à l'écoulement d'une masse suffisante de liquide, je puis presque dire que ce diamètre, s'il est faible, opposera une *résistance* à ce même écoulement.

Sans prétendre que ma comparaison soit autre chose qu'une analogie très grossière, je vous dirai pourtant que, pour mettre cette bobine de Gramme en mouvement, il faudra lui fournir aussi un certain débit d'électricité. Voici un gros fil conducteur qui laisse écouler une masse électrique considérable, et vous voyez la bobine tourner rapidement. On va seulement remplacer ce gros fil par un fil très fin de même métal, et vous verrez la bobine devenir absolument paresseuse.

Je puis dire alors, comme tout à l'heure, que le conducteur de petit diamètre oppose une certaine *résistance* à l'écoulement de l'électricité.

Eh bien, c'est en effet le terme consacré. Un conducteur fin est dit *résistant* au point de vue électrique. Un gros fil est dit, au contraire, *bon conducteur*.

A la vérité, ce n'est pas seulement le diamètre du fil qui spécifie sa résistance; mais c'est aussi la nature de ce fil, et cela est bien facile à concevoir. En effet, si dans ces conduites on disposait du gravier, du sable fin, de la cendre, leur diamètre ne serait pas changé pour cela, mais leur nature serait profondément modifiée, et vous pensez bien que l'eau ne s'y écoulerait pas très vite. Il doit en être de même pour les conducteurs de l'électricité, et, puisque le fer est plus résistant que le cuivre à diamètre égal, c'est que quelque phénomène du même ordre s'y passe, et que sa substance est moins perméable à l'électricité.

En somme, pour obtenir des signaux nettement accusés et pour les produire franchement, rapidement, il faut que les conducteurs soient peu résistants, que la ligne télégraphique soit peu résistante. On prendra donc, suivant les circonstances, soit du fil de cuivre, soit du fil de fer plus fort, qui coûte un prix moindre.

C'est là la première condition électrique.

Je passe à la seconde, non moins simple à comprendre.

On a placé sur le trajet de cette conduite une sorte de plateau, de bassin, analogue à un lac dans le cours d'un fleuve, et vous concevez qu'avant d'arriver au moulin le liquide doit commencer par s'étaler dans ce plateau, par l'emplir. C'est autant de retard pour l'arrivée de l'onde liquide. Ensuite, lorsque le robinet sera fermé, quand l'écoulement sera arrêté, le moulin ne cessera de tourner que quand toute l'eau du tube sera écoulée et que toute l'eau du plateau se sera vidée; encore un nouveau retard pour la fin du signal. Ainsi, ce qu'on peut appeler la *capacité* de la conduite cause un retard pour commencer le signal, et un retard pour le terminer.

Eh bien, une ligne télégraphique a, tout comme une conduite d'eau, une capacité propre; et l'électricité commencera toujours par remplir cette capacité avant d'agir sur l'organe qui traduit son passage par le signal. Cette capacité sera donc un obstacle aux transmissions rapides. Aussi faudra-t-il chercher à la diminuer le plus possible, c'est-à-dire à réduire les dimensions du conducteur. C'est là la deuxième condition électrique.

Ainsi, il faudra d'une part, pour augmenter la rapidité de transmission, augmenter les dimensions du conducteur afin de diminuer sa résistance, et d'autre part diminuer ces mêmes dimensions pour réduire sa capacité. Ces deux conditions sont contradictoires. Il faudra donc ne faire ni trop ni trop peu dans les deux sens, mais s'arrêter à un terme moyen qui sera le plus convenable. J'ajouterai que, au double point de vue de la résistance et de la capacité, la grande longueur d'une ligne est également nuisible.

Il existe d'autres propriétés de l'électricité qui font que la capacité des conducteurs ne dépend pas seulement, ni même surtout, de leurs dimensions. Ces propriétés n'ont malheureusement pas d'analogues dans les fluides ou dans les liquides. Je dois donc me borner à vous les énoncer. Voici deux plaques conductrices formées de lames d'étain. Elles sont collées de part et d'autre des parois d'une fiole de verre, et le verre est, vous le savez, une substance éminemment isolante, c'est-à-dire qui ne donne pas accès au courant électrique. Dans ces conditions, si l'on met en contact les deux pôles d'une pile avec ces deux lames d'étain, cette sorte de bouteille emmagasinera, condensera une grande quantité d'électricité sur ses surfaces interne et externe, et je vais vous le prouver. Voici une pile particulière que je n'ai pas à décrire ici; cette pile, due au génie inventif de M. Gaston Planté, est déjà fort puissante; mais, comme vous le voyez, son courant n'est pas assez énergique pour donner une étincelle à distance, tandis qu'une étincelle éclatante jaillit des deux pôles

de la bouteille que la même pile a chargée. Vous voyez donc que sous cette forme, imaginée à Leyde au siècle dernier, on peut emmagasiner une grande quantité d'électricité, autrement dit, le système de Leyde se remplit d'une grande quantité d'électricité et équivaut par conséquent à un conducteur de très grande *capacité*. Pour exprimer leurs propriétés, on a appelé ces bouteilles de Leyde, et tous systèmes analogues, des *condensateurs*.

Il faut éviter, ai-je dit, de donner aux conducteurs de grandes capacités, puisqu'il s'ensuit des transmissions lentes; il faut donc éviter de donner aux conducteurs des formes analogues aux condensateurs, et pourtant vous allez voir qu'il n'est guère possible de ne pas le faire.

Voici un spécimen de câble sous-marin : il est composé d'une âme en cuivre; c'est le conducteur proprement dit du courant. Mais ce conducteur, destiné à être immergé dans l'océan, doit être isolé de la masse liquide qui l'environne, et pour cela il doit être revêtu d'une enveloppe imperméable à l'électricité. C'est la gutta-percha qui remplit le mieux ces conditions. Eh bien, vous allez voir que ce câble, plongé dans la mer, n'est autre chose qu'un condensateur. En effet, un condensateur, vous le savez, se compose de deux parties conductrices séparées entre elles par une substance isolante. Ici les deux parties conductrices sont l'âme de cuivre et l'océan lui-même. La substance isolante est la gaîne de gutta-percha. De plus, vous avez vu que pour charger le condensateur j'avais relié les deux pôles d'une pile aux deux lames conductrices. Eh bien, la pile employée pour produire des courants dans le câble a l'un de ses pôles en contact avec l'âme du câble, et l'autre pôle en contact avec la terre qui communique avec la mer. Le câble va donc se charger comme un condensateur ordinaire. Sa capacité sera très grande, puisqu'il est de très grandes dimensions. Vous voyez, d'après ce que je vous ai dit précédemment, qu'il est impossible de se trouver dans des conditions plus mauvaises pour des transmissions rapides. Malheureusement il est impossible de les éviter.

Cela suffit à vous faire comprendre pourquoi, lorsque l'on peut transmettre cinquante mots à la minute sur des lignes terrestres, on peut en transmettre quinze à peine sur des câbles sous-marins.

Mais il ne faudrait pas croire que les lignes sous-marines soient les seules sujettes aux phénomènes de condensation. Les lignes souterraines le sont aussi à un moindre degré, puisqu'elles ne diffèrent des premières qu'en ce que le sol remplace la mer; et vous savez que le sol est conducteur, puisqu'il est utilisé comme fil de retour en télégraphie.

Quant aux lignes aériennes, celles qui bordent nos voies

ferrées, par exemple, et que vous connaissez tous, elles semblent, au premier abord, soustraites aux effets de la condensation. Mais regardons-les de plus près. Une grande couche d'air les sépare du sol, et l'air est isolant. Nous avons donc encore une âme conductrice, le fil; un isolant, l'air, et une enveloppe incomplète conductrice, le sol, c'est-à-dire tous les éléments d'un condensateur. Il est vrai que l'isolant est ici très épais et que l'une des armatures n'enveloppe pas l'autre de toutes parts. Aussi les effets de condensation sont-ils incomparablement plus faibles dans les lignes aériennes que dans les lignes souterraines et surtout sous-marines. Cependant, il est impossible de les négliger lorsque la ligne dépasse une longueur de 400^{km}. (*A suivre.*)

OBSERVATIONS DE MM. **Max. Cornu** ET **Ch. Brongniart** SUR UNE ÉPIDÉMIE D'INSECTES DIPTÈRES CAUSÉE PAR UN CHAMPIGNON, suivies de remarques sur le même sujet faites par M. **Dumas**, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

Dans une excursion faite le 7 septembre 1877 dans la forêt de Gisors (Eure), l'un de nous remarqua avec étonnement un certain nombre d'insectes morts sur les panicules de graminées poussant en touffes dans le chemin.

Ces insectes, fixés sur les épis d'une graminée, le *Molinia cærulea*, étaient tous semblables; c'étaient des individus de la même espèce, des sortes de petites mouches, des diptères brachocères.

Ils étaient accrochés par les pattes aux épillets nombreux et serrés du *Molinia*; quelques-uns présentaient encore quelques mouvements, mais la plupart avaient cessé de vivre. Ils étaient immobiles, les ailes étendues; le plus grand nombre offraient un aspect particulier; tandis que le thorax présentait une apparence ordinaire, l'abdomen était fortement gonflé et distendu; les anneaux, écartés les uns des autres, montraient des zones alternativement colorées et pâles; sur ces dernières on apercevait à la loupe comme une exsudation graisseuse.

Il fut facile à ces caractères de reconnaître immédiatement des *Entomophthora*, champignon parasite semblable à celui qui décime à l'automne les bataillons de la mouche commune, champignon qui détermine autour des mouches mortes et collées aux vitres une auréole blanche de spores.

Les épis des *Molinia* étaient littéralement couverts de ces insectes; nous avons compté plusieurs épis qui en présentaient chacun plus de cent cinquante; une véritable épidémie avait ainsi détruit les malheureux Syrphes.

Sur une longueur de plus de 1^{km} se montrèrent des touffes de *Molinia*, les unes intactes, les autres chargées de cadavres;

nous pûmes faire une assez ample provision d'épis couverts d'insectes morts.

Dans une circonstance analogue, M. Planchon constata une odeur sensible sur les individus tués par une espèce d'*Entomophthora* qui avait frappé de mort par centaines les pucerons de la vesce cultivée, odeur qu'il compara à celle du poisson altéré.

C'est la première fois, et la seule, que nous ayons constaté l'existence de *Syrphus* morts et demeurés suspendus aux épis du *Molinia*, et nous pouvons affirmer que ce fait n'est pas commun. Dans ses excursions, l'un de nous, depuis bien des années, recueille tous les ans les sclérotes du *Claviceps microcephala*, que le *Molinia cærulea* porte d'ordinaire en abondance, de sorte que cette graminée attire toujours ses regards.

Il faut dire, en outre, que, par le fait de cette accumulation d'insectes, le port et l'apparence de la graminée étaient complètement modifiés : au lieu d'être rectilignes et divergents à partir de la base, les chaumes étaient notablement arqués, surtout à leur extrémité ; les rameaux secondaires de la panicule, d'ordinaire étroitement réunis, étaient écartés de l'axe et se courbaient sous le poids ; la présence de tous ces insectes donnait à l'ensemble une apparence différente, et nous affirmons que cette différence aurait frappé les regards beaucoup plus que la modification très faible imprimée par quelques sclérotes, dont l'influence est déjà bien sensible.

Jamais aucun de nous et de nos amis, notamment M. E. Roze, compagnon habituel de nos excursions, n'avait vu rien de semblable.

A quoi attribuer ce fait ? Nous ne saurions faire que des hypothèses sans valeur, et nous laissons la chose dans le doute. Les années humides, l'*Entomophthora muscæ* est plus abondant sur la mouche commune ; l'humidité du bois a peut-être cette année-là amené une recrudescence de la maladie, d'ordinaire sans doute plus restreinte. Quoi qu'il en soit, il est important de signaler la destruction de nos espèces sylvicoles les plus communes. Si les Syrphes détruisent à l'état de larve, pour leur nourriture, un nombre considérable d'autres insectes, ces Syrphes peuvent être à leur tour décimés sur une échelle énorme par un champignon parasite qui en fait périr des milliers.

En effet, la forêt est couverte de *Molinia* au voisinage du point que nous avons parcouru, et il est probable que les insectes qui se montraient dans le chemin et dans la région voisine étaient également communs dans toutes les parties dégarnies du bois, qui s'étend sur un grand espace.

On conçoit alors sur quel nombre énorme d'insectes ce champignon a pu porter la destruction.

Les insectes avaient choisi ces herbes à l'exclusion des basses branches des arbres et des ronces bordant cà et là les fossés, parce qu'elles étaient situées dans un endroit découvert, suivant l'instinct qui les porte à préférer un lieu de repos sur les brins d'herbe élevés et isolés; ils avaient gagné en général le sommet des épis, parce que de là ils peuvent mieux surveiller les alentours; puis, fatigués et alourdis par la maladie, ils s'étaient fixés par les crochets des tarses de leurs pattes aux poils et aux stries des glumelles; ils étaient morts et étaient ainsi demeurés suspendus.

Ce n'est pas le seul exemple de destruction de Syrphes sous l'influence d'*Entomophthora*.

M. Poujade, membre de la Société entomologique de France, a présenté dans la séance du 28 août 1878 des observations analogues faites par M. Mabille dans les bois de Meudon; mais c'était sur une autre espèce moins commune, le *Syrphus gracilis* Meig., qu'avait sévi la maladie. Ces insectes étaient accrochés en grand nombre sur les épis du *Brachypodium sylvaticum*. Cela prouve que les *Entomophthora* ne sont pas aussi rares qu'on pourrait le croire.

Depuis quelques années, on signale un certain nombre de ces épidémies causées par les champignons de ce groupe sur différents insectes, et l'importance des *Entomophthora* grandit d'autant dans l'économie de la nature.

On a plus d'une fois signalé les effets désastreux des *Entomophthora* sur les insectes. En France, on connaît généralement l'*Entomophthora muscæ*, le parasite des mouches; quoique ces insectes soient relativement rares à Paris, tandis qu'ils abondent à la campagne et en province (à cause des fumiers), on peut cependant, surtout dans les faubourgs, rencontrer l'*Entomophthora* dans la capitale, où on peut l'observer de l'extérieur sur les vitres des cabarets et des buvettes. M. Planchon a signalé un *Entomophthora* sur le puceron de la vesce; l'un de nous a décrit cette espèce sous un nom spécial : *Entomophthora Planchoniana* et a en outre signalé un *Entomophthora* comme causant la mort des chenilles du *Chelonia Hebe;* il indique déjà les analogies de ce champignon avec les Mucorinées, analogies qui depuis ont été vérifiées par les observations relatives à la conjugation. On en a trouvé beaucoup d'autres espèces. M. Brefeld a indiqué une génération alternante et a reproduit le *Tarichium* de Cohn; mais ses détails, ainsi que les études de développement, sortent du cadre que nous nous sommes tracé ici.

En présentant à l'Académie des Sciences la Note précédente, M. Dumas a ajouté les considérations suivantes :

Les auteurs ont observé aux environs de Gisors les effets

de l'épidémie qu'ils signalent. Les cadavres des insectes se trouvaient par milliers accrochés aux épillets d'une graminée, le *Molinia cœrulea*; ils appartenaient tous au *Syrphus mellinus*. L'abdomen fortement distendu, les anneaux écartés, montrant des zones alternativement colorées et pâles, ces dernières avec exsudation graisseuse : il était facile de reconnaître à ces signes les *Entomophthora*, c'est-à-dire le champignon qui en automne tue la mouche commune.

Cette vaste destruction d'une espèce d'insectes, universellement frappée par la contagion d'un champignon dont les spores, répandues dans l'air, semblent avoir atteint et condamné à mort tous les individus de la région, rappelle la proposition faite il y a quelques années à la Commission du Phylloxera par notre confrère M. Pasteur.

Les effets produits sur le ver à soie par les corpuscules qui s'y développent et qui se transmettent d'une génération à l'autre sont tellement meurtriers, que M. Pasteur conseillait de chercher dans l'inoculation de quelque champignon microscopique le moyen de destruction contre le Phylloxera. Les corpuscules du ver à soie n'offraient pas le remède cherché, car on pouvait difficilement admettre que ces corpuscules n'eussent pas été semés dans les vignes du Midi par les fumiers provenant des magnaneries. Aucune autre espèce de champignon ne se présentant alors à l'esprit comme propre à effectuer des inoculations insecticides efficaces, la proposition de M. Pasteur ne fut suivie d'aucun essai qui soit venu à notre connaissance.

Mais, récemment, cette question a occupé de nouveau la Société entomologique de Belgique. On lit en effet, dans le *Bulletin* de sa séance du 3 janvier, le passage suivant, faisant partie d'une Communication de M. H. Donckier de Donceel :

« Je crois devoir attirer l'attention de la Société sur un tout petit travail, d'une très grande importance peut-être, qui vient de nous être envoyé d'Amérique par notre savant confrère, M. le Dr Hagen (*Destruction of obnoxious insects, Phylloxera, potato beetle, etc., by application of the yeast fungus*, Cambridge, 1879). Dans cette brochure, qu'ont précédée des Communications faites aux journaux américains [1], l'auteur, se basant sur des études et expériences faites, il y a vingt ans environ, par M. le Dr Bail, en Prusse [2], et les corroborant par

---

(1) *Boston Evening Transcript*, numéro du 11 avril 1879.

(2) Nous croyons utile d'indiquer ici les publications dans lesquelles les principales observations de M. Bail ont été consignées :

1° *Pilze-Krankheinten der Insecten* (*Entwicklungsgeschichtliche Arbeiten*, Hedwigia, 1867, p. 177). — 2° *Ueber Epidemieen der Insecten durch*

d'autres faits recueillis plus récemment, arrive aux conclusions suivantes :

« 1° La mouche commune des habitations est souvent tuée par un champignon, et, dans ces épizooties, un grand nombre d'autres insectes qui vivent dans le même endroit sont tués par le même champignon.

» 2° Le champignon qui tue la mouche domestique agit absolument comme la levûre dans la panification et la brasserie.

» 3° L'application de la levûre de bière sur les insectes développe chez eux un champignon qui leur devient fatal.

» 4° Dans une expérience faite par M. J.-H. Burns, toutes les Doryphoras qui avaient été arrosées de levûre de bière diluée périrent du huitième au douzième jour, et le champignon fut retrouvé dans les vaisseaux des ailes.

» Il semblerait donc qu'on a dans ces champignons des formes différentes d'une seule espèce polymorphe. Certainement, les faits auraient besoin d'être de nouveau établis et vérifiés par de nombreuses expériences, conduites avec soin et intelligence ; mais, quand on contemple les désastres incalculables infligés à la richesse publique par le Phylloxera et tant d'autres insectes nuisibles, on ne peut contester la nécessité de poursuivre résolûment les expériences dans le sens indiqué. N'arrivât-on même à réussir qu'une fois sur quatre dans ces destructions des insectes par les champignons des levûres, on aurait certes déjà rendu à l'Agriculture un immense service. »

M. le Secrétaire perpétuel insiste particulièrement sur cette circonstance que les vastes destructions signalées sur la mouche commune, les *Syrphus*, etc., ont été produites par des spores répandues par milliards dans l'air et auxquelles aucun individu, pour ainsi dire, ne peut échapper. S'il s'agissait d'appliquer ce mode de destruction au Phylloxera, il y aurait à distinguer entre les ailés aériens et les aptères souterrains, qui, par leur mode d'existence et par les saisons correspondant à leur activité, peuvent exiger des moyens d'attaque différents.

Jusqu'ici, personne n'a signalé la présence d'un champignon parasite sur un Phylloxera. Les observations n'ont peut-être pas été suffisamment dirigées en ce sens. Leur portée n'avait peut-être pas été comprise. On recommande cette étude à l'attention de tous les naturalistes qui habitent les départements atteints.

Pilze (*Entom. Zeitung zu Stettin*, 1867, t. XXVIII, p. 455). — 3° *Ueber Pilzepizootien der forstverheerenden Raupen* (*Danzig Schriften*, t. II, 1869).

» M. le Secrétaire perpétuel insiste d'autant plus volontiers sur cet appel fait aux naturalistes, qu'il a déjà signalé devant la Commission supérieure du Phylloxera la nécessité de provoquer des études de cet ordre. Quelques membres de la Commission étaient d'avis qu'il n'était pas utile de maintenir au concours le prix de 300000fr. M. le Secrétaire perpétuel fit remarquer que ce prix pourrait être remporté par la personne qui découvrirait un procédé de destruction spontanée du Phylloxera susceptible d'une application générale et économique, qualités que ne présentent pas les méthodes actuellement en usage : inondation, sulfure de carbone et sulfocarbonates. Ces méthodes, conseillées faute de mieux, pour permettre à la vigne de vivre en présence du Phylloxera, sans prétendre à la destruction totale de l'insecte, seraient heureusement remplacées par une méthode fondée sur l'emploi d'une force naturelle empruntée à quelque animal ou végétal, capable d'une multiplication sans limites et propre à faire disparaître le Phylloxera. Le prix a été maintenu, et la carrière, en conséquence, demeure ouverte devant les naturalistes. »

DE L'INFLUENCE DE LA LUMIÈRE ÉLECTRIQUE SUR LA VÉGÉTATION.

Au meeting de la Royal Society de Londres tenu le 4 mars, M. le Dr C.-W. Siemens a donné une description détaillée de quelques expériences sur l'influence de la lumière électrique sur la végétation, expériences faites par lui pendant les deux derniers mois dans sa résidence de Sherwood, et il a montré des spécimens. La méthode suivie consistait à planter des graines et des plantes qui poussent vite, telles que la moutarde, les carottes, les fèves, les concombres, les melons, dans des pots; ces pots étaient divisés en quatre groupes : l'un de ces groupes était tenu entièrement dans l'obscurité, un autre était exposé à l'influence de la lumière électrique seule, un troisième à l'influence de la lumière du jour seule, et un quatrième à la lumière du jour et à la lumière électrique successivement. La lumière électrique était appliquée pendant six heures chaque soir, de 5h à 11h, et les plantes étaient ensuite laissées dans l'obscurité durant le reste de la nuit. Le résultat général fut que les plantes tenues entièrement dans l'obscurité périrent bientôt; celles qui étaient exposées à la lumière électrique seule ou à la lumière du jour seule se portèrent à peu près de même, et celles qui étaient exposées à la fois à la lumière du jour et à la lumière électrique réussirent beaucoup mieux que les autres. Les spécimens de moutarde et de carottes exhibés devant la Société indiquaient cette différence d'une manière très remarquable. Le Dr Siemens ne se regarde encore que « comme étant au commencement de ses

recherches », mais il croit que les expériences déjà faites suffisent pour justifier les conclusions suivantes :

1° Que la lumière électrique est efficace pour produire de la chlorophylle dans les feuilles des plantes et pour avancer leur croissance ;

2° Qu'un centre électrique de lumière égal à quatorze cents bougies, placé à une distance de 2m de plantes qui poussent, paraît être égal comme effet à la lumière moyenne du jour pendant la saison de l'année où il a opéré, mais que des effets plus économiques peuvent être obtenus par des centres de lumière plus puissants ;

3° Que l'acide carbonique et les composés azotés engendrés en quantité très faible dans l'arc électrique ne produisent pas d'effets délétères sensibles sur des plantes renfermées dans le même espace ;

4° Que les plantes ne paraissent pas réclamer une période de repos pendant les vingt-quatre heures de la journée et qu'elles peuvent progresser en vigueur si elles sont soumises pendant le jour à la lumière du Soleil et pendant la nuit à la lumière électrique ;

5° Que le rayonnement de la chaleur provenant de puissants arcs électriques peut être utilisé pour contre-balancer l'effet de la gelée nocturne et paraît devoir faciliter l'éclosion et la maturité des fruits au grand air ;

6° Que, tandis qu'elles sont sous l'influence de la lumière électrique, les plantes peuvent soutenir un accroissement de chaleur artificielle sans s'affaisser, circonstance favorable à l'action de la lumière électrique ;

7° Que les frais de l'électro-horticulture dépendent principalement du coût de l'énergie mécanique, et qu'ils peuvent être très modérés là où des sources naturelles d'énergie, telles que des chutes d'eau, peuvent être utilisées.

Avant de terminer ses observations, le Dr Siemens a fait apporter dans la salle du meeting un pot de tulipes en boutons qui a été mis devant le foyer éclatant d'une lampe électrique. Au bout d'environ quarante minutes, les boutons étaient éclos et transformés en de magnifiques fleurs.

(*La Lumière électrique.*)

De l'instinct et de l'intelligence; par M. **Félix Hément** (1 volume in-8°; Paris, 1880. Delagrave, éditeur.).

Pour donner en peu de mots une idée de ce Livre intéressant, qui contient un nombre de faits bien observés, de curieuses anecdotes, des points de vue nouveaux, nous ne pouvons mieux faire que de reproduire l'avant-propos du nouvel Ouvrage de M. Hément.

« Les animaux et l'homme accomplissent des actes divers que nous nous proposons d'étudier. Parmi ces actes, il en est qui exigent l'intervention de l'intelligence, et il en est d'autres qui ne supposent ni réflexion, ni jugement, ni volonté, les actes instinctifs, et ce ne sont pas les moins curieux. Le même animal peut d'ailleurs exécuter les uns et les autres. Certains actes d'abord intelligents deviennent, par suite de la répétition fréquente, des habitudes instinctives. Enfin, il y a des mouvements instinctifs et des aptitudes.

» Cette variété d'actes qui se ressemblent plus ou moins et qui se mêlent pendant la vie de l'animal explique la confusion qui a longtemps régné dans ces études et l'obscurité qui enveloppe encore certains points. Les uns n'ont voulu voir dans les animaux que des machines, les autres leur ont attribué une intelligence supérieure à la nôtre. Comme on pouvait le prévoir, la vérité n'est dans aucune de ces opinions extrêmes. Des hommes de génie comme Descartes et Buffon, des observateurs sagaces comme Leroy, des savants comme Réaumur, Reimarus, Flourens, des esprits ingénieux comme Condillac, n'ont pas toujours su discerner ce qui dépend de l'instinct de ce qui se rapporte à l'intelligence. Avec Milne-Edwards, Blanchard, Darwin, Lubbock, Joly, etc., et les philosophes contemporains, nous parvenons à voir plus clairement et plus nettement les choses. Néanmoins, la difficulté de donner les définitions dès le début et de classer les divers actes avant de les avoir examinés nous fait prendre le parti d'exposer d'abord les faits, de les analyser, afin de faire conclure les définitions de cette analyse même au fur et à mesure que les faits en fourniront les éléments.

Extrait d'une lettre relative aux oscillations polaires, adressée a M. le Président de l'Association scientifique; par M. Péroche.

L'auteur du travail dont nous avons annoncé récemment la publication (n° 645 du *Bulletin*) fait remarquer que ses vues ont été mal interprétées par le rédacteur de cet article. « Je ne prétends nullement, écrit M. Péroche, que l'axe de rotation de la Terre se déplace. Ce que j'essaye de démontrer, c'est que les attractions qui déterminent le mouvement de la précession des équinoxes produisent en même temps des glissements de la croûte du globe sur son noyau fluide. Or des déplacements polaires en naîtraient tout aussi bien que des changements de position de l'axe lui-même, et c'est tout simplement à ces glissements, ainsi qu'aux conséquences thermiques de la précession, que je rattache nos grandes variations de température. »

Par conséquent, ajoute l'auteur, les travaux de M. Darwin ne peuvent fournir contre lui aucun argument.

Nous nous empressons de faire la rectification indiquée par M. Péroche.

Un savant russe, M. Stephani, a exprimé sur les découvertes faites à Mycènes par le Dr Schliemann des opinions qui excitent vivement l'attention en Allemagne. Ce savant académicien, dit le *Times*, ne conteste nullement la haute antiquité de beaucoup des objets trouvés par le Dr Schliemann, mais il soutient que ces objets appartiennent à des époques très différentes. Or on doit, dit-il, déterminer la date des tombeaux par les produits de l'art et de l'industrie les plus récents qu'on y ait rencontrés. L'anneau à cachet est surtout très important sous ce rapport, parce que, dans l'opinion de M. Stephani, il a été entièrement exécuté dans le style de l'art néo-persan. Son opinion est donc que les tombeaux en question remontent à l'invasion des Barbares en Grèce, dans le IIIe siècle avant Jésus-Christ. Les Perses firent en effet de la citadelle d'Agamemnon un des principaux centres de leur domination. C'est là, dit M. Stephani, qu'ils ont enterré leurs chefs, et ils ont décoré leurs tombes en partie des objets d'une date ancienne qui étaient tombés entre leurs mains, en partie d'objets fabriqués à leur époque même.

BOLIDE OBSERVÉ par M. **Thery**, professeur à Hazebrouck.

Lundi 29 mars, à $8^h 10^m$ du soir, un bolide de l'apparence d'une très forte étoile de première grandeur et d'une couleur vert pâle très prononcée, apparut tout à coup dans la direction des Pléiades. Sa marche était plus lente que celle de l'étoile filante, sa distance à la Terre plus rapprochée. Il décrivit une parallèle au plan de l'horizon en se dirigeant vers Orion. Il s'éteignit subitement aux trois quarts environ de la distance qui sépare ces deux constellations.

M. Louis **Figuier** vient de faire paraître chez Hachette le XXIIIe volume (1879) de l'*Année scientifique et industrielle*. Nous nous proposons de faire à ce volume quelques emprunts, d'après lesquels les lecteurs du *Bulletin* jugeront par eux-mêmes de l'intérêt que présente ce Livre annuel.

Le Gérant, E. COTTIN.
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins. 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

18 AVRIL 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 3.

CONSEIL DE L'ASSOCIATION

SÉANCE DU 10 AVRIL.

Conformément aux statuts, les votes pour le renouvellement du Bureau et du tiers sortant, renouvelés dans l'Assemblée générale du 1er avril, ont été dépouillés par la Commission administrative et, d'après cette opération, le Bureau et le Conseil pour l'année 1880-1881 se trouvent constitués de la manière suivante :

BUREAU.

MM. **Milne Edwards**, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences de Paris,	Président.
Bischoffsheim, Fondateur de l'Observ. de Nice.	Vice-Président.
Berthelot, Membre de l'Institut, Inspecteur général de l'Université,	id.
Faye, Membre de l'Institut, Inspecteur général de l'Université,	id.
Mouchez (le Contre-Amiral), Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Paris,	id.
Sanson (André), Professeur de Zootechnie et de Zoologie à l'Institut de Grignon.	Secrétaire.
Barral, Secrétaire perpétuel de la Société nationale d'Agriculture de France,	Vice-Secrétaire.
Thenard (le Baron), Membre de l'Institut,	Trésorier.
Dumas, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences,	Président d'honneur.
Cahen (d'Anvers), ancien Trésorier,	Président honoraire.

CONSEIL.

MM. **Abria**, Doyen de la Faculté des Sciences de Bordeaux.
Baron, Inspecteur général des postes et télégraphes.
Barral, Secrétaire de la Société centrale d'Agriculture de France.
Bérigny (le Dr), à Versailles.
Bert (Paul), Député, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.

MM. **Berthelot**, Membre de l'Institut.
Bertin, Sous-Directeur de l'École Normale supérieure.
Bischoffsheim, Fondateur de l'Observatoire de Nice.
Blanchard, Membre de l'Institut.
Boissier (Gaston), Membre de l'Institut, Profr au Collège de France.
Bouley, Membre de l'Institut.
Boutan, Directeur honoraire de l'Instruction primaire.
Bréal (Michel), Membre de l'Institut, Inspecteur général de l'Enseignement supérieur.
Breton de Champ, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées.
Cahen (d'Anvers), ancien Trésorier.
Cornu, Membre de l'Institut.
Cosson, Membre de l'Institut.
Debray, Membre de l'Institut.
Delehaye, ancien Directeur d'une Compagnie d'Assurances.
Delesse, Membre de l'Institut, Ingénieur en chef des Mines.
Dollfus (A.), Manufacturier à Mulhouse.
Dumas, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.
Duruy, Membre de l'Institut, ancien Ministre.
Egger, Membre de l'Institut.
Eichens, Constructeur d'instruments de précision.
Faye, Membre de l'Institut.
Fernet, Inspecteur général de l'Instruction publique.
Fron, Physicien au Bureau central météorologique.
Goulier, Colonel du Génie, à Paris.
Grandidier, Président de la Société de Géographie.
Gréard, Membre de l'Institut, Vice-Recteur de l'Académie de Paris.
Jamin, Membre de l'Institut, Professeur à l'École Polytechnique.
Haton de la Goupillière, Ingénieur des Mines.
Hébert, Membre de l'Institut, Prof. à la Faculté des Sciences.
Hervé Mangon, Membre de l'Institut, Directeur du Conservatoire des Arts et Métiers.
Le Blanc, Professeur à l'École Centrale.
Lemoine, Ingénieur des Ponts et Chaussées.
Le Roux, Répétiteur à l'École Polytechnique.
Lespiault, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.
Lissajous, Recteur honoraire de l'Académie de Grenoble.
Marey, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France.
Mascart, Directeur du Bureau central météorologique.
Maurey, ancien Administrateur des Manufactures de l'État.
Milne Edwards, Membre de l'Institut.
Mouchez (le Contre-Amiral), de l'Institut, Dr de l'Observatoire.
Niaudet, Ingénieur-constructeur.
Peligot, Membre de l'Institut.
Ploix, Ingénieur hydrographe de la Marine.
Poisson, Trésorier général de la Manche.
Puiseux, Membre de l'Institut.
Ruzé (**de**), Propriétaire.
Sainte-Claire Deville (Henri), Membre de l'Institut.
Terquem, Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.
Thenard (le Baron), Membre de l'Institut.
Sanson (André), Professeur de Zootechnie à l'Institut de Grignon.
Tresca, Membre de l'Institut.

MM. **Troost**, Professeur à la Sorbonne.
Wolf, Astronome à l'Observatoire de Paris.

Conseillers honoraires.

MM. **Aoust** (l'abbé), Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.
Crova, Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier.
Hirn, Correspondant de l'Institut, au Logelbach.
Houzeau, Professeur au Lycée de Rouen.
Kuhlmann, Correspondant de l'Institut, à Lille.

Voyage de M. Nordenskiöld.

Tous les journaux quotidiens de Paris ont rendu un compte très détaillé du voyage dans la mer sibérienne accompli par M. Nordenskiöld, et, par conséquent, nous avons pensé qu'il serait inutile d'en entretenir de nouveau les lecteurs de notre *Bulletin hebdomadaire* (¹); mais, dans une des dernières séances de l'Académie des Sciences (tenue le 5 avril), le savant professeur de Minéralogie de Stockholm a donné lecture d'un Mémoire dont nous croyons devoir présenter quelques extraits.

A diverses reprises, M. Nordenskiöld avait été interrogé sur la possibilité d'utiliser au profit du commerce le passage entre la mer du Nord et l'océan Pacifique qu'il a si habilement exploré, et il répond à ces questions dans les termes suivants :

« Je suis heureux de pouvoir apporter ici moi-même l'expression de ma reconnaissance pour les marques d'intérêt que l'Académie des Sciences n'a pas cessé de donner à l'expédition que je viens de terminer. Avant mon départ, comme pendant mon hivernage dans l'océan sibérien et lors de mon arrivée au Japon, l'Académie a ainsi encouragé mes efforts et soutenu mon entreprise, autant qu'il dépendait d'elle.

» Ces témoignages précieux d'estime et de sympathie ont retenti au dehors; ils ont, je n'en doute pas, beaucoup contribué à préparer le chaleureux accueil que j'ai rencontré partout, depuis que je suis en France, et particulièrement dans sa capitale.

» Sans attendre que j'aie eu le temps d'approfondir et de coordonner mes observations, je demande à l'Académie la permission de lui signaler les points qui présentent le plus d'obstacles pour la navigation de l'océan arctique de Sibérie.

» Un coup d'œil sur la Carte de l'Asie nous montre que ses côtes septentrionales se développent le long du 70e degré de latitude, sur l'immense étendue de plus de 130°.

» C'est en longeant ces côtes que la *Véga* a accompli la

(¹) *Voir* les *Bulletins* nos 630 et 644.

traversée du passage nord-est et la partie difficile du voyage dont le succès est accueilli en France d'une manière si flatteuse pour notre pays et pour nous.

» A maintes reprises, on m'a interrogé sur la possibilité de renouveler ce voyage. Vous trouverez la réponse dans le document que j'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie, et qui est intitulé *Sur la possibilité de la navigation commerciale dans la mer Glaciale de Sibérie.*

» La réponse est résumée dans les paragraphes suivants :

» 1° La route par mer de l'Atlantique au Pacifique le long des côtes septentrionales de la Sibérie doit fréquemment pouvoir être parcourue, en quelques semaines, par un vapeur convenable, ayant à son bord des marins expérimentés; mais il est peu probable, d'après la connaissance que l'on possède actuellement de la mer Glaciale de Sibérie, que cette route devienne *dans sa totalité* d'une importance effective pour le commerce.

» 2° On peut déjà poser comme thèse qu'il n'existe pas de difficultés pour l'utilisation, comme route commerciale, de la voie par mer entre l'Obi-Iénisséi et l'Europe.

» 3° Selon toute probabilité, la route par mer entre l'Iénisséi et la Léna et entre la Léna et l'Europe peut être également utilisée comme route de commerce, mais l'aller et le retour entre la Léna et l'Europe ne pourront pas se faire dans le courant du même été.

» 4° Des explorations ultérieures sont nécessaires pour décider de la possibilité de relations commerciales maritimes entre l'embouchure de la Léna et le Pacifique. L'expérience acquise par notre expédition montre que l'on peut dans tous les cas introduire par cette route, du Pacifique dans le bassin de la Léna, des bateaux à vapeur, des engins pesants et d'autres effets qui ne peuvent être convenablement transportés sur des traîneaux ou sur des voitures.

» Beaucoup d'explorations doivent donc encore être exécutées avant que ce problème si important reçoive une solution définitive; mais je crois qu'on peut dès maintenant, avec un grand degré de probabilité, fixer les points sur lesquels la navigation dans ces parages rencontrera les principales difficultés.

» L'opinion générale est que le cap Tchéliouskine, point septentrional de l'Asie, présentera les plus grands obstacles (1).

» Dans le programme de l'expédition de la *Véga*, j'ai démontré qu'il n'en pouvait être ainsi, à cause de l'influence que les grandes masses d'eau fluviale exercent sur les glaces de

(1) Cette pointe, située entre l'embouchure de l'Iénisséi et l'embouchure de la Léna, s'avance très loin vers le nord.

la mer polaire littorale. Les masses d'eau déversées par l'Obi, l'Irtych, l'Iéniséi, la Katanga, la Léna, la Yana, l'Indigirka et la Kolyma sont assez immenses pour déterminer un grand courant maritime qui, sous l'influence de la rotation de la Terre, doit longer les côtes, de l'ouest à l'est, et, après les débâcles, les débarrasser des glaces, soit en les chassant, soit en les fondant.

» Ce n'est donc pas entre les embouchures de l'Iéniséi et de la Léna que doivent se trouver les plus grands obstacles à la circumnavigation de l'Asie.

» Les mers comprises entre la Nouvelle-Zemble (¹) et la presqu'île d'Yalmal, entre la terre de Wrangel (²) et le détroit de Behring, sont dans des conditions hydrographiques entièrement différentes. Ici, point de grands fleuves; les mers affectent des formes comparables, en plus petit, à celles de l'Atlantique nord. On peut facilement démontrer que les courants maritimes doivent se comporter ici comme dans les parages compris entre le Spitzberg et le Groënland, et entre la Nouvelle-Zemble et le Spitzberg. Je veux dire par là qu'un courant venant du sud doit chasser les glaces des parties orientales de ces mers, tandis qu'un contre-courant venant du nord les amasse dans leurs parties occidentales. De même que le courant arctique accumule des masses immenses de glaces à la côte est du Groënland et la rend presque inhabitable à des latitudes relativement basses, de même des courants analogues accumulent des glaces à la côte orientale de la Nouvelle-Zemble et à la côte orientale de la terre de Wrangel.

» Les récits des indigènes, les observations que nous avons faites sur les marées, les migrations des oiseaux montrent que la terre de Wrangel ne serait pas, comme on la dessine souvent, une île plus ou moins grande, mais qu'elle doit être une terre étendue ou une partie d'un grand archipel se reliant aux archipels de l'Amérique du Nord.

» C'est donc près des côtes orientales de la Nouvelle-Zemble et dans le détroit au sud de la terre de Wrangel qu'on doit s'attendre à rencontrer les plus sérieuses difficultés pour la traversée du passage nord-est.

» L'expérience des dix dernières années prouve qu'on peut, chaque année, franchir en automne la mer de Kara. J'espère que les mêmes circonstances se retrouveront au

(¹) La Nouvelle-Zemble est située au nord-est de l'embouchure de la mer Blanche et limite du côté de l'ouest la mer de Kara.

(²) La terre de Wrangel est située à peu de distance au nord de la partie orientale de la côte sibérienne, non loin du détroit de Behring, qui donne accès dans l'océan Pacifique.

détroit de Long, qui sépare du continent la terre de Wrangel; en ce cas, on pourrait chaque année, à l'aide d'un bon navire, monté par un équipage familiarisé avec la navigation des mers polaires, effectuer la traversée du passage nord-est. »

SUR LES PROGRÈS DE LA TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE. LA TRANSMISSION SIMULTANÉE. Conférence du 13 mars, par **M. Antoine Breguet** [suite (¹)].

A présent que vous savez ce qu'on doit exiger de toute ligne et de tout appareil pour se placer dans des conditions avantageuses, examinons un à un les principaux télégraphes connus et comparons-les les uns aux autres, toujours au seul point de vue de la rapidité de transmission.

Voici le télégraphe à cadran, le plus répandu peut-être en France. Il n'est pas très rapide, et la raison s'en trouve aisément. Pour passer de A à P, par exemple, on est forcé de passer par toutes les lettres intermédiaires; on ne s'y arrête pas, tandis que l'on stationne sur P : c'est cela seul qui signifie que l'on a voulu transmettre la lettre P. Or chaque lettre de deux en deux correspond à un envoi de courant, c'est-à-dire que, si A est transmis par l'envoi d'un courant, B est produit par l'interruption de ce courant, C par un nouveau courant et ainsi de suite. Si l'on veut répéter deux fois une lettre, O par exemple, il faut effectuer un tour complet du cadran, c'est-à-dire faire osciller vingt-six fois l'armature, ce qui représente treize courants.

Dans le télégraphe Morse les principes de transmission sont tout autres. C'est, vous le savez, une combinaison de points et de traits qui représente chaque lettre de l'alphabet (*fig.* 1), et chaque point ou chaque trait ne correspond qu'à une seule émission de courant. Ici la lettre qui nécessite

Fig. 1.

A B C D E F G

H I J K L M N

O P Q R S T U

V W X Y Z

Alphabet Morse.

le plus de courants est l'Y, et, en moyenne, une lettre quelconque ne nécessite pas plus de trois courants. C'est donc une économie de temps énorme par rapport au télé-

(¹) *Voir* le *Bulletin*, n° 2.

graphe à cadran, qui en exige quelquefois treize, comme vous venez de le voir. Mais ce n'est pas tout : il est facile de se rendre compte que, dans une page écrite, certaines lettres reviennent bien plus souvent que d'autres : l'E, par exemple, revient deux fois plus que l'A, l'A plus souvent que l'U, l'U plus souvent que le Z. Or Morse a combiné son alphabet de manière que les lettres les plus fréquentes fussent représentées par les signes les plus simples : l'E est représenté, en effet, par un seul point, l'A par un point et un trait, etc. Vous voyez donc encore quelle économie de temps. Par malheur, Morse, qui était Américain, a surtout pensé à la langue anglaise en créant son alphabet, et la fréquence des lettres n'est pas la même dans une langue et dans une autre. Aussi, sous ce rapport, les télégraphistes anglais se trouvent-ils un peu plus avantagés que les télégraphistes français.

Mais, ainsi que je l'ai déjà dit, les alphabets conventionnels nécessitent un certain temps pour leur traduction, en ce qui regarde la télégraphie privée. On ne peut pas couper les bandes de papier avec leurs signaux et les envoyer telles quelles aux destinataires. Il faut qu'un employé lise la dépêche, la traduise en langage ordinaire : de là une source d'erreurs et une cause de retard.

Eh bien, un autre Américain, Hughes, a résolu le problème d'une transmission plus rapide que celle du Morse, en ce sens que chaque lettre ne correspond qu'à un seul courant et non à deux, trois, quatre, comme dans le Morse, et que la dépêche s'imprime à l'arrivée en caractères romains. On n'a qu'à coller les bandes sur une feuille *ad hoc* pour les expédier au destinataire.

L'avantage est considérable, mais je dois ajouter que l'ingéniosité de cet appareil est compensée par une délicatesse extrême de son jeu. L'appareil ne peut être mis dans les mains d'un employé quelconque, et la présence d'un mécanicien habile est constamment nécessaire. Aussi a-t-on tendance, au moins à l'étranger, où l'on n'a pas pris l'habitude de ce télégraphe, à l'abandonner au fur et à mesure de sa mise hors de service.

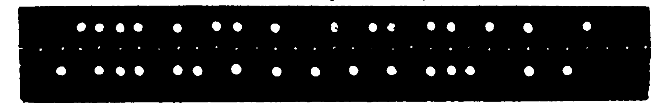
Il existe encore des moyens variés de dépasser de beaucoup la vitesse de transmission des appareils précédents, et cela tout en conservant les mêmes lignes. Ce sont ces moyens que je vais maintenant passer en revue avec vous.

Si l'on voulait manipuler à l'aide du système Morse, avec une très grande rapidité, on se trouverait arrêté bien vite. La masse, l'inertie de la main, s'opposent à ce qu'elle puisse exécuter plus de quatre ou cinq déplacements du poignet ou du doigt par seconde, et même, à ce régime, on courrait le risque d'être victime d'une sorte d'accident bien connu des musi-

ciens et appelé la *crampe du pianiste*. La crampe du télégraphiste existe en effet, et il faut chercher à empêcher qu'elle ne se produise en ne surmenant pas les télégraphistes.

Voici un appareil inventé par sir Ch. Wheatstone, qui utilise le travail constant de trois employés. Chaque agent, en effet, pour indiquer une lettre de l'alphabet, perfore une bande de papier d'un certain nombre de trous disposés méthodiquement (*fig.* 2); puis cette bande glisse dans un transmetteur

Fig. 2.



Bande perforée (système Wheatstone).

particulier, par suite de l'entraînement qu'elle subit de la part d'un rouage d'horlogerie. On conçoit que deux pièces métalliques, situées de part et d'autre du papier, se trouvent en contact au passage de chaque perforation et soient isolées l'une de l'autre, par l'épaisseur du papier, dans tout autre cas. C'est donc automatiquement que se produisent les émissions et les interruptions de courant. La rapidité de transmission ne dépend plus alors que de la vitesse de déroulement du papier.

L'appareil remplace le travail de trois hommes, et la ligne transmet les trois dépêches dans le même temps qu'elle transmettrait une seule dépêche avec les appareils ordinaires. Le rendement de la ligne se trouve ainsi triplé.

Pour fonctionner aussi vite sur des lignes un peu longues, le transmetteur Wheatstone présente des complications que je ne puis vous décrire ici, car il doit maintenir la ligne dans un état convenable de charge; pour cela, chaque émission de courants est suivie de plusieurs autres qui ont pour effet de nettoyer la ligne, pour ainsi dire; aussi cet appareil émet-il deux mille cinq cents courants par minute, soit plus de quarante courants par seconde.

Une seconde méthode employée pour accroître le rendement d'une ligne consiste à utiliser les intervalles de temps pendant lesquels le fil reste libre dans une transmission, pour y produire d'autres signaux.

Je suppose, par exemple, qu'un employé ne puisse pas envoyer plus d'une lettre par minute, que ce soit son maximum de production. Alors la ligne restera inutile entre chacun de ses envois; elle restera inutile pendant une minute, temps nécessaire pour que l'employé qui vient de transmettre une lettre en prépare une nouvelle. Comment alors augmenter le rendement de la ligne? Cela est bien simple. On prend un second employé manipulant comme le premier, mais le dernier

intercale ses signaux entre ceux du premier, absolument comme, lorsque deux forgerons battent un fer rouge, l'un profite, pour frapper, du temps nécessaire à l'autre pour relever son marteau.

Ainsi, le premier agent envoie une lettre, le second envoie la sienne; le premier transmet sa seconde lettre, le second sa seconde lettre, et ainsi de suite. Chacun d'eux ne va pas plus lentement par le fait de la présence de l'autre, de sorte que la ligne est deux fois plus occupée que s'il n'y avait qu'un seul agent; le rendement de la ligne est doublé. Mais, lorsque tous ces signaux arrivent à destination, il faut en opérer le triage, sans quoi la dépêche reçue serait incohérente. Eh bien, comme on sait que, au départ, un employé a toujours opéré une demi-minute après l'autre, on n'a qu'à mettre d'un côté tous les signaux de deux en deux et d'un autre côté les signaux intercalés entre ceux-ci. On va transmettre ainsi à la fois *oui* et *non* sur le fil : le mot composé de toutes les lettres dans leur ordre d'émission serait ONUOIN. Mais, à l'arrivée, on séparera les lettres paires des lettres impaires et l'on retrouvera séparément les mots *oui* et *non.*

L'appareil inventé par M. Meyer repose sur la même idée. Mais ce n'est plus deux employés, mais six employés qui émettent leurs signaux les uns après les autres, et c'est une disposition automatique qui détermine le tour de chacun d'eux aussi bien pour l'envoi que pour la réception. Voilà donc un procédé qui permet, autant de fois qu'il y a d'employés, d'utiliser une ligne six fois mieux que dans les conditions ordinaires.

L'arrivée des signaux dans ce cas ne rappelle-t-elle pas un peu César dictant à trois secrétaires à la fois ? Ce n'était pas là de la télégraphie, mais de la sténographie rapide. Le principe, l'idée, sont les mêmes au fond, et le but aussi : gagner du temps.

L'appareil Meyer est en service sur plusieurs grandes lignes de France et de l'étranger.

L'appareil de M. Meyer imprime en caractères conventionnels de Morse, ce qui nécessite une perte de temps pour la traduction en caractères connus et pour la copie destinée à être remise au destinataire. Deux autres Français, MM. Baudot et Mimault, ont eu l'idée de profiter des grands avantages du principe de M. Meyer, tout en faisant en sorte que la dépêche fût imprimée dans le bureau de réception en caractères romains. Le Ministère des Télégraphes possède plusieurs spécimens de ce nouveau télégraphe, construits sous la direction de M. Baudot.

Il y a encore d'autres procédés, fondés sur des principes bien différents de ceux qui précèdent, pour multiplier le rendement d'une ligne.

M. Elisha Gray, de Chicago, a donné le nom de *télégraphe harmonique* à un appareil de son invention, qui est employé, aux États-Unis, à transmettre jusqu'à *huit* dépêches en même temps sur la même ligne; autrement dit, huit manipulateurs actionnent huit récepteurs à travers un même fil, et il n'y a plus ici de courants successifs comme tout à l'heure; on ne profite pas, pour lancer un signal, des instants où la ligne se trouve libre. Les huit transmissions sont absolument indépendantes les unes des autres. Elles peuvent se produire toutes au même moment ou l'une après l'autre : cela n'intéresse en rien le succès du fonctionnement. La chose est assez curieuse pour y insister quelque peu. M. Gray a disposé ses appareils par groupes sympathiques. Un récepteur n'obéit qu'aux seuls signaux de son manipulateur; il n'entend que le langage de ce dernier et reste sourd à celui de tous les autres. Figurez-vous une réunion de six ou huit personnes, parmi lesquelles il se trouve deux Français, deux Anglais, deux Allemands, etc., et supposez que chacune d'elles ne parle et ne comprenne que sa propre langue. Si toutes ces personnes causent à la fois, les Français seront seuls à se comprendre, et de même pour les Anglais, de même pour les Allemands.

Les appareils harmoniques réalisent à peu près ces conditions. Leur principe est fondé sur le phénomène bien connu de la résonnance; ils dépendent chacun de diapasons qui ne vibrent que s'ils y sont sollicités par un diapason identique. Les huit récepteurs contiennent donc huit diapasons différents, mais huit diapasons semblables existent dans les huit manipulateurs. Lorsqu'on envoie un signal, en réalité, c'est une note musicale qui se transmet, et cette note met en branle le diapason qui est seul capable de la produire. Ce que vous connaissez des téléphones vous permet sans doute de comprendre la substance de cette remarquable invention.

Voici encore une autre méthode plus facile à saisir.

Vous avez sous les yeux un appareil autographique, c'est-à-dire un appareil capable de transmettre un fac-simile rigoureusement exact d'une écriture, d'une signature, d'un dessin. Je n'entrerai pas dans le détail de cet instrument, inventé par M. L. d'Arlincourt; mais vous comprendrez aisément que, si une feuille de 80^{cq} sur laquelle on a écrit quelques lignes se reproduit à Lyon en cinq minutes, il suffira d'avoir écrit d'une écriture plus serrée, plus compacte, pour transmettre bien plus de mots dans ces cinq minutes. L'abbé Duployé, qui a imaginé un système de sténographie, a même proposé de se servir de ses signes en les traçant à l'aide d'une plume très fine et les serrant autant que possible les uns contre les autres. Puisque la sténographie représente déjà une écriture très concentrée, vous voyez qu'on pourra loger tout un discours sur

cette petite feuille de papier métallique, et cette petite feuille sera toujours reproduite en cinq minutes au poste d'arrivée. Ce procédé, si simple, si élémentaire, n'est pas employé, je dois le dire, à cause de la traduction pénible qu'il nécessite au poste de réception. Mais, si l'on ne considère que le rendement de la ligne, on voit qu'il peut être accru par cette méthode dans une singulière proportion.

Tous les procédés que je viens de passer en revue ont un lien de parenté qui est celui-ci : la ligne n'est jamais traversée que par des courants émis de la station d'envoi pour aboutir à la station de réception. Autrement dit, on ne transmet *à la fois* sur la ligne que dans un seul sens.

Il peut sembler *a priori* impossible de correspondre *à la fois* dans les deux sens sur la même ligne. C'est pourtant un problème tout à fait résolu aujourd'hui et même tout à fait entré dans la pratique. C'est certainement le perfectionnement le plus merveilleux qui ait été introduit dans la télégraphie depuis son origine. Ce sont les solutions de ce problème qu'il me reste à présent à vous exposer.

Ce n'est pas assez en effet de transmettre les dépêches avec rapidité dans une seule direction. Pendant qu'une des stations envoie ses signaux, l'autre station est immobilisée; ses agents et ses appareils de manipulation restent inertes, et c'est là du temps perdu.

On a pu remédier à cet état de choses, et depuis plusieurs années déjà il n'est pas un câble sous-marin, pas une ligne aérienne un peu longue, dont le conducteur unique ne serve *à la fois* à transmettre les dépêches dans les deux sens opposés.

Ce problème semble au premier abord tellement insoluble, que je veux vous faire comprendre en quoi il consiste, sur quels principes il repose, et ensuite vous montrer comment il est sur le point d'être dépassé par le système quadruplex, qui, lui-même, n'est que le point de départ de la télégraphie multiple à l'infini.

C'est au D[r] Gintl, directeur général des télégraphes autrichiens, que revient l'honneur d'avoir donné, en 1853, la première solution de transmission simultanée, appelée généralement *système duplex*. La première expérience se fit sur la ligne de Vienne à Prague. La méthode du D[r] Gintl présentait d'ailleurs certains inconvénients qui la firent abandonner, et c'est seulement en 1870 qu'une solution vraiment pratique fut présentée par un Américain nommé Stearns.

A considérer dans tous leurs détails, ces ingénieuses combinaisons seraient pour moi trop difficiles à présenter, pour vous trop fatigantes à saisir en quelques minutes; aussi dois-je me borner plutôt à vous en faire comprendre seulement la

possibilité, et, comme tout à l'heure, c'est d'écoulements d'eau que je vais me servir.

Si le courant d'un fleuve vient se bifurquer à partir d'un certain point de façon à former une île, vous concevez que l'on pourrait creuser une tranchée transversale dans cette île, de telle manière que cette tranchée ne fût le siége d'aucun courant. Un courant ne prend naissance que par une pente, que par une différence de niveau à rétablir. Si les niveaux du fleuve à chaque bout de la tranchée sont à la même hauteur, l'eau de la tranchée sera stagnante, et un moulin qui s'y trouverait ne tournerait pas. Le courant peut varier en amont de l'île, une crue ou une baisse des eaux peut se produire, le moulin n'en sera aucunement affecté.

Mais supposez maintenant que le sens du courant soit renversé, que l'écoulement se fasse de droite à gauche au lieu de gauche à droite comme tout à l'heure, la même symétrie n'existera plus; alors le courant supérieur arrivant à la tranchée se partagera entre elle et le premier bras, si bien qu'un courant existera dans la tranchée et que le moulin tournera. Les appareils que vous avez sous les yeux réalisent ces dispositions, et vous allez voir qu'ils constituent de vrais télégraphes à transmission simultanée en sens opposés.

La condition nécessaire pour réaliser un semblable problème est celle-ci : faire que, lorsque j'envoie un signal de Paris à Marseille par exemple, ce signal se produise indifféremment lorsque mon correspondant transmet ou ne transmet pas. Autrement dit, son récepteur, qui est ici un moulin, ne doit pas être influencé par les courants qu'il émet, mais seulement par ceux que j'émets moi-même, et, comme nos deux stations sont en tout point semblables l'une à l'autre, ce qui sera vrai pour l'une sera vrai pour l'autre.

Je lance donc un courant pendant que le poste opposé (Marseille) est au repos, et son moulin va tourner; j'arrête le courant en fermant un robinet, et son moulin s'arrête.

Il faut maintenant que les mêmes faits se reproduisent pendant que le poste de Marseille enverra lui-même un courant. Mon récepteur subira son influence, mais je ne m'occupe en ce moment que du sien.

Vous le voyez, il émet un courant, et son appareil ne bouge pas, et c'est moi qui suis maître comme tout à l'heure de le mettre en mouvement et de le stopper.

Mais ce n'est pas la seule solution de cet élégant problème. En voici une seconde qui est peut-être plus simple encore à comprendre. Tout se réduit comme tout à l'heure à empêcher le récepteur de Paris d'être sensible aux émissions des courants de Paris et à le rendre seulement sensible aux courants envoyés de Marseille.

Tout à l'heure l'appareil récepteur pouvait être quelconque : c'est ce qui fait la beauté, la généralité de cette première solution, dite du *pont de Wheatstone*. Ici le récepteur est un peu différent; il doit être disposé d'une manière spéciale. C'est un double moulin monté sur le même axe, et ces deux moulins trempent dans deux conduites distinctes.

Les courants de ces conduites pourront être de même sens ou de sens opposé : s'ils sont de même sens, leurs effets sur le moulin double sont concordants, et la rotation a lieu; mais, si les courants sont contraires, le moulin sera soumis à deux actions contraires et il restera par conséquent en repos.

Vous avez déjà compris que, si de Paris je lance un courant sur Marseille, ce courant, à Paris, va se bifurquer dans ces deux conduites pour ne produire aucun effet sur le récepteur de Paris; à Marseille, au contraire, le courant de Paris parcourra les deux conduites de manière que ces deux courants partiels agissent de conserve sur le moulin.

Je vais répéter les expériences dans le même ordre qu'auparavant. Pendant que Marseille est au repos, je suis maître d'influencer ou non son récepteur, et, pendant que Marseille envoie ses signaux, je suis encore maître de son récepteur.

Cette méthode de transmission duplex a été appelée *méthode différentielle*, parce que c'est la différence des courants dans les deux conduites contiguës qui intervient pour influencer les appareils et produire les signaux.

Vous voyez qu'un simple agencement de circuit permet de faire sur une ligne la même besogne que sur deux lignes par les procédés ordinaires. On a donc économisé une ligne sur deux, et, quand on songe qu'une ligne sous-marine, qu'un câble transatlantique coûte des millions de francs, il est inutile de chercher à vous convaincre de l'utilité de ces admirables découvertes.

Mais on va encore plus loin : quatre dépêches, deux dans un sens, deux dans un autre, peuvent parcourir ensemble un même fil, et à cette nouvelle invention s'attache le nom d'un grand Américain, dont mon maître, M. Jamin, vous a parlé avec tant d'éloquence il y a peu de temps : c'est Edison qui a combiné le premier quadruplex.

Je ne puis entrer ici dans le détail de sa description. Qu'il vous suffise de savoir que l'idée repose sur la mise en service de deux appareils sensibles seulement aux différences de signe, c'est-à-dire de sens du courant, et d'une autre paire d'appareils qui n'est pas affectée par le signe des courants, mais seulement par leur différence d'intensité.

Si je voulais citer les noms de tous les ingénieurs qui se sont occupés de l'intéressant problème de la transmission simultanée, je devrais vous parler de MM. Mercadier, Orduna,

Ailhaud, Mandroux, Sieur et de bien d'autres. Je ne puis malheureusement pas vous exposer leurs ingénieuses dispositions.

Je suis arrivé, Messieurs, au bout de ma tâche. Je vous ai exposé les divers procédés en usage pour accroître le rendement des lignes. Je terminerai en vous donnant quelques nombres qui vous montreront d'une façon claire la marche rapide du progrès réalisé depuis cinquante ans en télégraphie.

Le télégraphe de Chappe, l'ancien télégraphe à signaux optiques, semblait déjà prodigieux lorsqu'il commença à être appliqué. On se rappelle que, le 30 août 1794, il avait servi à transmettre à la Convention la nouvelle de la reddition de Condé, qui avait eu lieu à 6h du matin. Dans la même journée, le même télégraphe annonçait à l'armée du Nord, à Lille, qu'elle avait bien mérité de la patrie, et l'accusé de réception de cette dépêche était reçu dans la même séance. Trois dépêches avaient donc été échangées en mois de douze heures entre la capitale et la frontière. Ce résultat excita alors le plus vif enthousiasme.

En 1854, le télégraphe à cadran permettait déjà d'envoyer vingt dépêches par heure, c'est-à-dire cinq cents mots.

Le Morse, employé un peu plus tard, ajoutait encore à cette rapidité; puis le Hughes donnait un rendement plus que double, c'est-à-dire portait à treize cents le nombre de mots transmis par heure.

L'appareil automatique de Wheatstone, mis en service il y a seulement quelques années, double encore ce dernier chiffre: il transmet deux mille trois cents mots de Paris à Marseille. De Paris à Lyon, la distance étant plus courte, ce nombre est de trois mille huit cents.

Le télégraphe multiple de M. Meyer et celui de M. Baudot viennent ensuite et portent à quatre mille cinq cents le nombre de mots transmis sur le même fil.

Enfin, sans même parler de la télégraphie à diapason, les systèmes duplex viennent presque doubler tous les chiffres que je viens de vous donner, si bien que la même ligne qui rendait cinq cents mots à l'heure avec le télégraphe à cadran peut en rendre aujourd'hui près de cinq mille, c'est-à-dire dix fois plus, avec des appareils Wheatstone disposés en duplex.

Pour traiter un sujet aussi vaste en une seule soirée, vous comprenez combien j'ai dû passer légèrement sur une foule de questions du plus haut intérêt.

J'espère néanmoins que vous emporterez d'ici un sentiment d'admiration et de gratitude profonde pour tous ces savants, ces ingénieurs, ces inventeurs qui, par leur génie, nous mettent à même de causer avec les antipodes en moins de temps que nous ne rendrions une visite dans Paris.

Appareil microphonique recueillant la parole a distance.
Note de MM. **P. Bert** et **d'Arsonval.**

Au cours de recherches sur la surdité, nous nous sommes proposé de construire un microtéléphone qui résolût le double problème suivant : d'une part, renforcer les vibrations sonores de la parole, que le téléphone ne peut qu'affaiblir en les transmettant; d'autre part, recueillir ces vibrations à une distance de plusieurs mètres de la personne qui parle.

On sait, en effet, que l'emploi des téléphones pour la transmission de la parole exige que la bouche soit placée au voisinage immédiat de l'instrument. On a fréquemment essayé de remédier à ce grave inconvénient par l'adjonction au téléphone de microphones de divers systèmes; mais pour des raisons multiples, tenant particulièrement au défaut de réglage des instruments, à la transmission exagérée des bruits solidiens, à la faible impression des vibrations aériennes, on n'est arrivé à aucun résultat pratique satisfaisant : d'où il suit qu'on ne peut, dans l'état actuel des choses, transmettre par une ligne télégraphique un discours prononcé à une certaine distance d'un récepteur microtéléphonique.

Dans les recherches que nous poursuivons en commun, nous sommes arrivés à un résultat qui nous semble mériter d'attirer l'attention de l'Académie. Il est dû aux modifications profondes que nous avons fait subir aux microphones actuellement connus.

Ces modifications portent : en premier lieu, sur la nature de l'écran qui doit recevoir les vibrations aériennes et les transformer en ébranlements moléculaires; en second lieu, et principalement, sur le moyen de régler le contact des charbons qui constituent le microphone.

La matière qui, pour la construction de la plaque réceptrice, nous a donné les meilleurs résultats est le caoutchouc durci. Nous l'employons en plaques d'étendue variable; l'épaisseur augmente ou diminue avec la surface, mais elle n'est jamais moindre de $0^m,001$, sous peine de voir reparaître les sons nasillards, si désagréables dans ces sortes d'instruments.

A travers cette membrane passe le charbon fixe, soutenu par une bague métallique. Le second charbon, dont les variations de pression dans son contact avec le premier devront déterminer les variations du courant, est réglé d'une manière toute nouvelle, à laquelle est dû pour la plus grande part le bon résultat de notre instrument. Ce charbon est porté par une tige de fer qui peut pivoter autour d'un axe sur lequel elle est parfaitement équilibrée, de telle sorte que la pesanteur n'a plus nulle action sur elle. La mobilité de cette tige de fer est

réglée par un aimant qui l'attire suivant son axe et qu'on peut en éloigner ou rapprocher à volonté. Lorsque l'aimant est très éloigné, la tige peut tourner indifféremment autour de son pivot. Lorsqu'il est presque au contact, l'aiguille est fortement dirigée et ne peut avoir que des vibrations d'une très faible amplitude et d'une grande rapidité : c'est ce qui est nécessaire pour qu'elle puisse accompagner le charbon monté sur la membrane vibrante, sans jamais l'abandonner, et par conséquent sans créer d'interruptions. Les déplacements de l'aimant, très faciles à obtenir avec une grande précision, constituent un mode de réglage à la fois très délicat et très fixe, et qui pourra être employé dans beaucoup d'autres circonstances; il est bien supérieur à celui qu'on obtient avec des ressorts quelconques, dont le poids et l'inertie présentent toujours de graves inconvénients, surtout lorsqu'il s'agit de phénomènes moléculaires.

Tel est notre microphone. Les variations de courant qu'il a engendrées actionnent, soit directement, soit par l'intermédiaire d'une bobine d'induction, un téléphone récepteur.

Grâce à cet appareil, les bruits stridents connus sous le nom de *crachements* disparaissent en même temps que les ruptures de courant qui leur donnent naissance dans le microphone ordinaire. Le timbre de la voix transmise ne subit qu'une très légère altération, due probablement au téléphone récepteur.

On peut, en parlant à voix très basse, mais au voisinage même du microphone, transmettre la parole avec une netteté vraiment très remarquable.

A haute voix, on peut se placer jusqu'à 4m ou 5m de l'appareil, dont la sensibilisation à l'aide de l'aimant est très aisément proportionnée à la distance.

Cette première partie de notre étude achevée, la parole ainsi recueillie à distance, nous cherchons maintenant à en augmenter l'intensité au téléphone récepteur, et c'est alors que l'application au soulagement de la surdité pourra être tentée utilement.

Plusieurs membres de l'Association ont demandé où ils pourraient se procurer le densimètre de M. Pâquet, dont la description a été donnée dans le *Bulletin* n° 646.

Cet instrument a été construit par M. Fontaine, 18, rue Monsieur-le-Prince, à Paris.

Le Gérant, E. COTTIN.
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

25 AVRIL 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 4.

CONGRÈS DES SOCIÉTÉS SAVANTES DES DÉPARTEMENTS A LA SORBONNE.

Section des Sciences.

Les réunions, sous la présidence de M. Milne Edwards, ont eu lieu, comme d'ordinaire, à la Sorbonne, les 31 mars, 1er et 2 avril, et, dans la séance générale du samedi 3 avril, sous la présidence de M. le Ministre de l'Instruction publique, la distribution des récompenses a été faite.

Nous donnerons dans un prochain numéro quelques détails sur les principales Communications présentées dans les séances ordinaires du Congrès. Nous publions aujourd'hui le Rapport très intéressant de M. Blanchard, secrétaire du Comité des Sociétés savantes, Section des Sciences.

RAPPORT SUR LES TRAVAUX SCIENTIFIQUES DES MEMBRES DES SOCIÉTÉS SAVANTES DES DÉPARTEMENTS, PUBLIÉS PENDANT L'ANNÉE 1879; par M. **Émile Blanchard**.

MESSIEURS,

C'est une noble fête du travail intellectuel que cette séance où nous vous entretenons des conquêtes scientifiques dues aux explorateurs des contrées lointaines, où nous signalons les plus importants résultats des recherches des savants de nos villes départementales. Autrefois, des travaux accomplis hors de la capitale, la nouvelle ne se propageait que d'une façon assez capricieuse; maintenant, à Paris se trouvent rassemblées comme en un faisceau les œuvres qui naissent éparses. Aussi, chaque année, nous est-il donné de saluer tous les mérites qui honorent la patrie.

Par une fortune singulière, un intérêt nouveau se répand à la fois, d'une manière différente, sur deux colonies de la France. Avec l'auteur d'un immense Ouvrage, la Cochinchine se manifeste par le caractère, par les aspects, par les ressources

qu'offre sa végétation. A peine y a-t-il plus de vingt ans, on demeurait dans une extrême ignorance au sujet de ce pays. Si l'on en parlait, c'est qu'une expédition maritime avait relâché dans le port de Tourane; mais, depuis le 1er septembre 1858 que la ville de Tourane tomba au pouvoir d'une escadre française, de ce côté nous avons fait grand chemin. M. L. Pierre, directeur du Jardin botanique de Saïgon, a pu réunir les éléments d'une *Flore générale de l'Indo-Chine* et de la *Flore forestière de la Cochinchine;* bien inspirée, l'Administration de la Marine a décidé la publication des deux Ouvrages.

On ne parvient qu'avec des études de beaucoup d'années à bien connaître la végétation dans son ensemble sur de vastes territoires. Il faut en toute saison se livrer à des courses pénibles à travers les marécages et les monts rocailleux, entreprendre des voyages difficiles. Il faut une énergie qui ne laisse jamais prise aux défaillances, un tempérament qui permet de braver les effets du climat, l'enthousiasme qui soutient le courage dans l'exécution de travaux exceptionnels. M. Pierre, épris des choses de la nature, avait été poussé dès sa jeunesse sur les rivages de Ceylan et de l'Indo-Chine. Il fit la rencontre du directeur du Jardin botanique de Calcutta, le Dr Anderson, qui le retint près de lui, à bonne école. Aux premiers jours de l'année 1865, l'amiral de la Grandière, cherchant un homme actif et instruit pour diriger le Jardin botanique de Saïgon, le Dr Anderson n'éprouva nul embarras à indiquer au gouverneur de notre colonie le meilleur choix possible.

Installé à Saïgon, M. Pierre trace le plan des cultures sur une large superficie; il fonde la ferme-école des Mares, où depuis quatre ans sont cultivés sur une grande échelle les caféiers, les cannelliers, les girofliers, les muscadiers, les indigotiers, les cannes à sucre, les arbres à gutta-percha (1) et à caoutchouc (2), les principales variétés de cotons, de vanilles, de jutes, en un mot toutes les plantes industrielles des tropiques. Autour du jardin, par les soins du directeur, s'est élevée une ceinture d'arbres où, comme en une forêt idéale, sont rapprochées toutes les essences forestières de la colonie et des régions voisines. Aussi dispose-t-on aujourd'hui d'avantages incomparables pour apprécier les qualités particulières et la valeur des différents bois.

Pendant un séjour de plus de treize années dans l'Indo-Chine, M. Pierre a beaucoup exploré le bassin du Mékong, la vallée du Cambodge, la côte orientale de la péninsule de Malacca. Avec le savant botaniste, on suit la distribution des végétaux en rapport avec la constitution géologique du sol. Près de la

(1) Plantes de la famille des Sapotacées.
(2) Plantes du genre *Hevea*, de la famille des Euphorbiacées.

mer, c'est la zone des alluvions, où de la vase s'élancent les rhizophorées, où croissent les pendanées, les légumineuses littorales, la foule des plantes herbacées, où se montrent les étranges palmiers aux tiges longues et flexibles en touffes pressées, presque semblables à des roseaux ([1]), où règnent dans un monde de plantes aquatiques les nénuphars aux fleurs superbes. Plus loin, ce sont les plaines et les parties basses des montagnes que depuis des siècles cultivent les Annamites. Aux plantes utiles à l'alimentation de l'homme et des animaux domestiques, aux arbres fruitiers, aux arbres indigènes, se mêlent des végétaux importés, tels que l'arec et le cocotier. Puis c'est la zone des montagnes entre 500^{m} et 1500^{m} d'altitude, où la quantité des espèces et la diversité des types ravissent le botaniste; c'est l'état de nature que la main des hommes n'a pas troublé. On y voit nombre de plantes de l'Himalaya, de la Chine et du Japon, des anémones, des violettes et des saxifrages comme en nos pays.

M. Pierre, s'étant appliqué à reconnaître la variation de chaque plante dans sa dissémination géographique, ne compte pas moins de douze mille espèces répandues dans l'Indo-Chine, et tout n'est pas fini. L'observateur voit l'utilité d'explorations qui s'étendraient jusqu'aux limites méridionales de la Chine, comme à l'ouest du Mékong, et sur l'étendue qui lui semble indiquée par la nature il appelle de ses vœux la domination de la France. Par ses longues études, par ses riches moissons, M. Pierre a mesuré l'immensité des ressources végétales de l'empire d'Annam; il prouve que notre colonie pourrait envoyer, par le delta du Mékong, aux pays limitrophes et surtout à la Chine, en ses années de récoltes insuffisantes, du ris, du coton, des cannelles, des laques, des bois de senteur. Il démontre tout le parti que la Cochinchine doit tirer de ce magnifique domaine du sud de l'Asie, la forêt, lorsque des aménagements et un choix des essences les plus précieuses en rendront l'exploitation facile et productive.

L'amiral Duperré a droit à tous les éloges pour avoir réclamé la publication de la *Flore générale de l'Indo-Chine* et de la *Flore forestière de la Cochinchine*, l'une et l'autre accompagnées de centaines de planches représentant les espèces les plus remarquables et les plus utiles. Ce sera un monument scientifique qui nous permettra, pour la première fois, de bannir tout sentiment d'envie à la vue des beaux Ouvrages où sont exposées les richesses végétales des Indes soumises à l'empire britannique.

Le nom du directeur du Jardin botanique de Saïgon demeurera lié d'une manière indissoluble à l'histoire de la Cochin-

---

([1]) Les *Calamus*.

chine, et la mère patrie gardera reconnaissance envers le savant qui aura puissamment travaillé au progrès, au bien-être, à la gloire de sa chère colonie.

Le Comité décerne une médaille d'or à M. Pierre.

D'Asie nous passons en Amérique; personne en ce moment ne se plaindra de la longueur du voyage.

Vers l'équateur s'étend la Guyane, une région où les magnificences de la nature sembleraient devoir tenter les explorateurs; mais on redoute le climat. Par l'inspection des Cartes, il est facile de juger que notre territoire de l'Amérique tropicale n'a pas été très parcouru à longue distance du littoral. Dans une mesure très notable, réparation vient d'être faite.

M. le Dr Crevaux, aujourd'hui médecin de la Marine, avait été conduit par des circonstances particulières à visiter la Guyane en 1869 et en 1870. Il eut le désir d'entreprendre une exploration profitable à la Géographie. Dans les derniers jours de l'année 1876, il recevait du Ministre de l'Instruction publique la mission de se rendre à Cayenne, de remonter le Maroni et de gagner l'Amazone par la rivière Yari. A l'arrivée dans la colonie, la fièvre jaune sévissait : le médecin fut retenu pour donner des soins aux malades. Au mois de juillet, les pirogues peuvent être lancées sur le fleuve qui marque les limites entre les possessions françaises et les possessions hollandaises; mais, après un mois de navigation, les fatigues et la fièvre ont abattu les forces des équipages : le voyageur, n'ayant d'autre compagnie que celle d'un jeune nègre, doit atteindre le haut Maroni. A travers les monts Tumuc-Humac, par un sentier que pratiquent les Indiens, il rencontre les sources du Yari. Il est en un pays où jamais, semble-t-il, Européen n'a pénétré; malgré les nombreux obstacles, malgré les chutes jugées infranchissables, il descend la rivière sans découvrir, sur une longueur de 200^{km}, un seul habitant. Il parvenait sur le grand fleuve de l'Amérique du Sud, ayant accompli une expédition plusieurs fois tentée sans résultat.

A peine de retour en France, M. Crevaux se préoccupe d'une nouvelle campagne. Dans l'été de 1878, il reparaît à Cayenne, se proposant une reconnaissance de l'Oyapock et du Parou. Le jeune nègre compagnon du premier voyage étant retrouvé, on s'embarque, et, parvenu chez les Indiens Oyampis, avec des guides choisis dans la tribu, on s'achemine vers le sommet de la chaîne de partage des eaux entre l'Oyapock et le Yari. La route est pénible, mais on se console aussitôt qu'on aperçoit les rives du Parou. Le Dr Crevaux a voulu tracer exactement le cours entier de la rivière jusqu'alors inexplorée. Sur la moitié du cours supérieur, la descente est douce, c'est un temps de repos; les chutes, les obstacles terribles se succèdent

ensuite; durant six jours, c'est grande peine. Enfin on vogue sur le cours inférieur de la rivière, qui permettrait la navigation à vapeur. En examinant la contrée, tout donne à croire que dans l'avenir l'exploitation des bois pourra être lucrative.

Sur l'Amazone, M. Crevaux a repris vigueur et santé. Instruit de l'intérêt géographique que présenterait une reconnaissance d'un affluent, l'Iça, pour l'atteindre il remonte le grand fleuve sur un parcours de 1600^{km}. Une autre belle rivière voisine est beaucoup moins connue : le voyageur se porte des sources de l'Iça au Yapura, et il descend cette dernière rivière, encaissée entre les hautes montagnes des Andes, par intervalles tranquille comme un lac ou rapide comme un torrent.

Si nous regrettons que le Dr Crevaux n'ait pu faire de ces récoltes de plantes et d'animaux qui répandent toujours de si vives lumières sur la nature des contrées, il est agréable de constater qu'il a servi l'Ethnographie. Il a noté la dispersion des tribus indiennes, reconnu chez une petite population à peine éloignée d'une centaine de lieues du Pacifique la plupart des mots de la langue des Roucouyennes, qui habitent presque au voisinage de l'Atlantique : indice de l'existence d'un grand peuple dont il ne reste aujourd'hui que des débris épars. M. Crevaux a pris soin de s'assurer de la composition du terrible suc vénéneux dont les Indiens enduisent la pointe de leurs flèches; il a formé une collection de dessins exécutés par les artistes de différentes tribus; il a indiqué la présence dans le Yapura d'inscriptions gravées sur les roches granitiques par les anciens habitants et qu'il serait facile d'étudier pendant les mois de sécheresse lorsque les eaux sont basses. Entraîné dans un village, au lendemain d'un combat, le voyageur a trouvé des preuves que l'anthropophagie n'est point abandonnée chez toutes les peuplades d'Indiens.

L'explorateur me pardonnera de passer sous silence les peines endurées, les dangers courus, les difficultés avec les gens de l'escorte, les nuits passées sur la terre humide, aux prises avec les bêtes malfaisantes, les jours de fièvre dévorante; j'ai mieux à faire : j'enregistre un succès, des découvertes importantes, un progrès réalisé dans la connaissance géographique d'une région du monde.

M. le Dr Crevaux ayant visité les parties les moins accessibles de la Guyane et tracé pour la première fois le cours de plusieurs affluents de l'Amazone [1], le Comité lui décerne une médaille d'or.

Si nous parcourons à présent les villes de France, il faudra souvent nous arrêter.

Deux physiciens, M. Crova, professeur à la Faculté des

---

[1] Le Yari, le Parou, le Yapura n'étaient connus que vers l'embouchure.

Sciences de Montpellier, et M. Violle, professeur à la Faculté des Sciences de Lyon, déjà honorablement cités dans nos réunions, se signalent par des travaux d'une valeur croissante.

M. Crova poursuit avec une extrême activité des recherches sur les radiations solaires. Le grand Newton s'était essayé dans l'étude de la quantité de chaleur que le Soleil envoie sur la Terre; d'habiles expérimentateurs l'avaient suivi dans cette voie; mais, en présence de déterminations calorimétriques fort difficiles, les résultats des opérations sont devenus incertains.

M. Crova, ayant construit un instrument plus parfait que le *pyrhéliomètre* imaginé par Pouillet, a obtenu des indications plus sûres. A l'aide d'un actinomètre de son invention, qui, étant observé d'une manière comparative avec le pyrhéliomètre, indique très vite l'intensité de la radiation solaire, il a eu d'autres garanties d'exactitude. Maître de nouveaux procédés d'investigation, il a infiniment multiplié les observations en divers lieux, à toutes les époques de l'année. Parmi les résultats les plus notables, il est curieux de voir qu'à Montpellier la plus forte intensité de la radiation solaire à la surface du sol se trouve en mars ou en avril. Les recherches sur la radiation calorifique ont bientôt entraîné l'auteur dans l'étude des rayons lumineux au profit très réel de la Science.

Ayant porté ses aspirations jusqu'à vouloir connaître la chaleur du Soleil, M. Violle a repris l'étude de tous les éléments du problème. S'efforçant de découvrir la loi du rayonnement à de hautes températures et d'apprécier d'une manière exacte ces hautes températures, il s'est livré à des recherches longues, délicates, même pénibles. Ayant déterminé les températures de fusion des métaux réfractaires comptées sur le thermomètre à air, il aborda l'étude du rayonnement, non plus jusqu'à 300°, comme l'avaient fait Dulong et Petit, mais jusqu'à près de 2000°. M. Violle en a recherché la loi entre les températures de fusion de l'argent et du platine. Pour la radiation des rayons rouges, les mesures photométriques prouvent que l'intensité d'une radiation ne croit pas indéfiniment avec la température, qu'elle diminue au delà d'un point fixe.

Le Comité marque le prix qu'il attache à la série des recherches de M. Crova et de M. Violle en décernant une médaille d'or à chacun de ces savants.

Les questions de photométrie occupent aussi M. Trannin, de Lille. Ce jeune physicien est arrivé à d'importants résultats en recourant à un procédé qui permet de comparer les radiations de même espèce prises à deux sources lumineuses différentes.

Par des recherches considérables sur les satellites de la planète Jupiter, M. Souillart, professeur à la Faculté des Sciences

de Lille, avait appelé l'attention des astronomes, la méthode dont il a fait usage l'ayant conduit pour certaines inégalités séculaires à des résultats qui diffèrent de ceux de Laplace. Depuis peu, il a mis au jour un beau Mémoire sur les mouvements relatifs des astres du système solaire, qui témoigne d'une profonde connaissance de la Mécanique céleste.

On doit à plusieurs chimistes des recherches fort intéressantes. Après l'étude des combinaisons des chlorures métalliques avec l'ammoniaque, d'où se dégagent de nombreux faits propres à démontrer les lois du phénomène de la dissociation si bien mis en lumière par M. H. Sainte-Claire Deville, M. Isambert, professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers, s'est occupé avec succès de la décomposition par la chaleur du carbonate de baryte, de la dissociation de l'hydrate de chlore, de la chaleur de formation des combinaisons des chlorures avec l'ammoniaque.

M. Renard, professeur au Lycée de Rouen, a bien étudié les effets de l'électrolyse sur les alcools en présence de l'eau additionnée d'acide sulfurique ou d'acide phosphorique. M. Haller, maître de conférences à la Faculté des Sciences de Nancy, a observé des faits importants à l'égard du camphre et de ses dérivés.

Géologues et paléontologistes ne manquent jamais d'apporter un gros tribut.

Une contrée rendue célèbre dans le monde savant par ses marnes gypseuses chargées d'empreintes de végétaux et d'insectes, par les brèches de Tholonet, par les lignites de Fuveaux, le territoire d'Aix en Provence, vient d'être pour M. Collet, professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier, le sujet d'une monographie du plus réel intérêt.

Par ses recherches sur les couches crétacées supérieures et sur les dépôts quaternaires du nord de la France, M. L. de Mercey a jeté beaucoup de clarté sur la constitution de ces terrains.

M. OEhlert, conservateur de la Bibliothèque et du Musée d'Histoire naturelle de Laval, a publié une belle série d'études sur la faune du terrain devonien des départements de la Sarthe et de la Mayenne.

Aux environs de Reims, dans le terrain tertiaire inférieur, M. le Dr Lemoine a mis au jour et très habilement exploité un gisement de précieux débris. Il a exhumé un nombre énorme d'ossements qui permettent de reconnaître une faune très particulière, offrant de grandes ressemblances avec la faune éocène de l'argile de Londres, décrite par M. Richard Owen, comme avec la faune des terrains suessoniens du nouveau Mexique, récemment découverte par M. Cope. M. Lemoine a réussi à reconstituer dans une certaine mesure plusieurs types fort

remarquables dont on n'avait encore signalé que des fragments.

De Lyon nous est venu un Ouvrage dont nous faisions pressentir, l'année dernière, la prochaine publication : la *Monographie géologique des anciens glaciers du bassin du Rhône*, par MM. A. Falsan et E. Chantre.

Au siècle passé, des investigateurs errant à travers les Alpes se prirent à considérer de gros blocs, tantôt comme au hasard dispersés dans les vallées, tantôt accrochés d'une façon bizarre aux flancs des montagnes, toujours reposant sur des terrains de nature différente. Horace Bénédict de Saussure n'avait pas douté que ces masses rocheuses ne fussent descendues des Alpes. Un jour, près d'Aubenas, arrêté devant un bloc superbe que brisaient des ouvriers, l'illustre géologue, voyant détruire ce monument des dernières révolutions du globe, avait gémi de l'ignorance des hommes. Longtemps on devait attribuer à l'action des eaux le transport des roches. Fut bien étonné l'ingénieur J. de Charpentier lorsque, au cours d'une excursion pendant l'année 1815, se trouvant dans la cabane d'un chasseur de chamois, il écouta l'explication la plus inattendue. Le montagnard, qui en sa vie avait sans cesse fréquenté la région des neiges et des glaces, estimait que seuls les glaciers ont la puissance de pousser d'énormes blocs. Il ajoutait que selon toute apparence, à une époque, il y avait des glaciers en des endroits où ils ont cessé d'exister. Vingt ans plus tard, Charpentier, ayant observé, beaucoup médité, se décidait à parler de la cause probable du transport des blocs erratiques. Il avait la joie d'être soutenu dans son opinion par un autre explorateur des Alpes, son ami Venetz, qui avait étudié dans le Valais.

C'est encore avec émotion qu'on se reporte à la journée du 24 juillet 1837, où, les membres de la Société helvétique et des savants étrangers étant réunis à Neuchâtel, Louis Agassiz, alors plein de jeunesse et d'enthousiasme, affirme que seul la glace polit d'une manière uniforme les roches de dureté inégale et les marques de stries nettes et fines telles que sur le verre pourrait en tracer la pointe d'un diamant; il signale la présence de ces pierres polies et striées sur toute la pente méridionale du Jura.

Résolûment, le naturaliste déclare qu'il fut un âge du monde où les glaces couvraient tout le massif des Alpes, une époque de grand froid en Europe qui causa la perte des Mammouths.

L'existence de la période glaciaire était dénoncée. Les vieux géologues, que chacun salue comme des maîtres, frissonnent en entendant proclamer une vérité qui bouleverse les idées reçues; ils voyaient partout l'effet des eaux. Les études touchant les glaciers et leur ancienne extension se sont très multipliées depuis une quarantaine d'années. Les géologues de la

Suisse ont bientôt conçu la pensée de soustraire à une fatale destruction les blocs erratiques qui enseignent l'histoire de la Terre, montrant dans le passé un état d'une partie du monde très différent de l'état actuel.

Il y a une douzaine d'années, M. Alphonse Favre, de Genève, invitait les géologues lyonnais à pareille étude sur leur domaine d'investigations scientifiques, les exhortant à défendre les blocs erratiques les plus remarquables contre une barbare destruction. Séduits par l'importance de la question, par la grandeur du sujet, MM. A. Falsan et Chantre ont répondu à l'appel. Ils ont pris à tâche de saisir les rapports qui existent entre les restes des anciennes moraines et de représenter sur des Cartes la marche et la progression des glaciers dans la partie moyenne du bassin du Rhône, d'en montrer la lutte avec les glaciers du Bugey et du Lyonnais, d'en suivre l'envahissement sur presque toute la contrée, enfin d'en marquer les limites. Les savants de la Suisse croyaient que les blocs alpins n'avaient pas été portés très loin en aval de Genève : les géologues de Lyon ont apporté les preuves que le transport du terrain erratique s'est effectué à bien autre distance. Après avoir dressé l'inventaire des blocs répandus dans la contrée, MM. Falsan et Chantre ont indiqué les faits notables touchant l'extension et le retrait des anciens glaciers de la Savoie, du Bugey, du Dauphiné, des Dombes, du Beaujolais et du Lyonnais. A la faveur de la Carte qu'ils ont dressée, on en vient à se figurer l'aspect du bassin du Rhône couvrant le cirque de Belley d'une couche de glace de 1000^{m} d'épaisseur, élevé jusqu'à près de 1200^{m} sur le flanc du Colombier de Culoz et de la chaîne du mont du Chat, poussant le front de ses moraines jusque vers les points où de nos jours dominent les villes de Bourg, de Trévoux, de Lyon et de Vienne.

Lorsque dans l'avenir tous les blocs erratiques auront servi de matériaux de construction, lorsque les derniers vestiges de la période glaciaire auront été anéantis, le beau travail de MM. Falsan et Chantre apparaîtra comme une page précieuse de l'histoire de notre sol. Dès à présent, le monde scientifique en déclare la haute valeur, et le Comité consacre cette appréciation en décernant une médaille d'or aux deux auteurs de la *Monographie des anciens glaciers du bassin du Rhône*, sans oublier de rappeler que la Société d'Agriculture de Lyon a droit à tous les éloges pour avoir entrepris la publication de l'Ouvrage.

M. Contejean, professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers, a beaucoup étudié la répartition des végétaux dans ses rapports avec la nature chimique du sol. En quelques localités, on pouvait s'étonner de voir une association de plantes des terrains calcaires et de plantes des terrains siliceux. Les lois

jugées certaines étaient-elles donc de pures fictions? Nullement; l'observateur a trouvé l'explication. En ces lieux, le sol renferme assez de chaux pour suffire aux plantes du calcaire, une quantité assez faible pour ne pas nuire aux plantes calcifuges.

M. Albert Fauvel, de la Société linnéenne de Normandie, connu par la longue série de ses études sur la faune de la France, a donné récemment, pour une famille de la classe des insectes, la description des espèces de la Nouvelle-Guinée.

Tout le monde sait combien le plumage des oiseaux en général s'embellit pour les jours de noces. Un naturaliste, auteur d'intéressantes études sur les oiseaux, M. Louis Bureau, de la Société académique de Nantes, a constaté un phénomène de mue dont on n'avait encore aucun soupçon.

D'étranges oiseaux de mer, les macareux, viennent nicher au printemps sur des îlots de la côte de Bretagne. Ils ont alors un bec très élevé, les paupières d'un rouge vermillon, ornées de deux plaques cornées, la commissure du bec pourvue d'une large rosace d'un jaune vif. Au mois de juillet, les macareux gagnent la haute mer, les pays du Nord, et, si nous les revoyons en hiver, leur bec a perdu sa cuirasse, tous les ornements jaunes ou rouges ont disparu.

Quatorze ans se sont écoulés depuis le jour où, ici même, je racontais les détails les plus curieux, les plus étranges de la vie et des métamorphoses de certains insectes. M. Henri Fabre, alors professeur au Lycée d'Avignon, par une série d'observations et d'expériences des plus délicates, venait d'ajouter un chapitre du plus haut intérêt à l'histoire des êtres animés.

Maintenant établi dans la petite commune de Sérignan (Vaucluse), M. Fabre nous signale des choses absolument neuves sur la vie de quelques hyménoptères industrieux. C'est une ravissante histoire que celle des insectes habiles au travail; elle offre à l'observateur attentif d'infinies particularités capables de provoquer l'extase. Néanmoins, on voyait toujours parmi les espèces solitaires une femelle bâtissant des cellules, les approvisionnant d'aliments convenables pour ses larves, et, après sa ponte, murant le nid de façon à en effacer la trace : la pauvre mère ne devant jamais connaître la postérité qui lui a coûté tant de soins. La règle semblait générale. Prévoyante nature, disait-on; ainsi, des créatures sans défense, soustraites à tous les regards, vivent à l'abri de mille dangers. Voilà pourtant que M. Fabre nous crie tout à coup : « A cette règle, il existe au moins une exception. »

Le naturaliste habite au voisinage des bourgades d'hyménoptères; il est vraiment le compatriote de ces êtres laborieux; il nous fait assister à une scène dont le théâtre est un simple

taillis de chênes verts épars que brûle le soleil. Là bourdonnent des hyménoptères fouisseurs du genre des Bembex; un sable que le moindre souffle déplace couvre la surface du sol; mais à une faible profondeur le sable est solide, il y a des nids d'insectes. Un Bembex au vol tient entre ses pattes une sorte de mouche; sans hésitation, il s'abat sur un point, comme si la place était marquée d'un signe; de ses pattes postérieures, il fait voltiger au loin le sable meuble, pénètre dans le trou, y dépose la pâture quotidienne de sa larve carnassière, pour recommencer le lendemain et les jours suivants. L'observateur croit découvrir la raison de cet approvisionnement journalier. Les victimes qu'apporte la mère ne sont pas engourdies et vivantes comme celles dont les autres hyménoptères fouisseurs garnissent leurs cellules. Elles sont tuées, et les larves de Bembex refusent toute proie qu'atteint un commencement de corruption.

Il est merveilleux de voir avec quelle prestesse le Bembex se faufile dans sa galerie. Évidemment, l'insecte a conscience du danger qui le menace. Aux alentours, en effet, rôdent des bêtes parasites qui épient l'entrée de l'hyménoptère et parfois saisissent l'instant propice pour déposer un œuf sur le gibier qu'il apporte. Le Bembex, le redoutable hyménoptère armé de l'aiguillon, l'intrépide chasseur des taons, se montre saisi de terreur à la vue d'un moucheron (*Mittogramma*) posté dans le voisinage de son nid. C'est le moucheron qui cherche à s'introduire dans la demeure souterraine, à y faire sa ponte, à mettre en sûreté des larves qui vont dévorer les provisions de l'habitant légitime. Pourquoi donc le Bembex ne se précipite-t-il pas sur le chétif ennemi qui médite la ruine de sa famille? Le pouvoir terrifiant du moucheron reste incompréhensible; une fois de plus il met en relief les ressources de la nature pour assurer l'existence de chaque espèce faible ou puissante.

M. Fabre a beaucoup étudié des insectes de la famille des abeilles, aux formes élancées comme les guêpes : les Halictes. Ce sont des solitaires; toute femelle, pour son propre compte, bâtit des cellules qu'elle approvisionne de pâtée faite de miel et de pollen. Au milieu des oseraies des alluvions de l'Aygues, un torrent qui coule au nord d'Orange, l'observateur de Vaucluse vivait depuis longtemps dans l'intimité des Halictes; il en a profité pour faire des révélations.

Pendant la nuit, plusieurs Halictes travaillent en collaboration au déblaiement du sol et forment un large vestibule; chaque individu ensuite exécute sa besogne particulière. De la sorte, la même entrée conduit à plusieurs domiciles distincts. Septembre est la saison heureuse pour les Halictes; les mâles pénètrent dans les couloirs où se tiennent les femelles, et les

mariages se consomment. En novembre vient le froid, les mâles disparaissent; les femelles, désormais fécondées, passent l'hiver recluses dans leurs cellules. Elles se réveillent au mois de mai, achèvent les nids, courent les champs, approvisionnent les loges destinées aux larves, effectuent la ponte.

Au mois de juillet, une nouvelle génération d'Halictes est née; mais, surprise ! aucun mâle n'existe : il n'y a que des femelles, et ces femelles sont fécondes. Deux mois plus tard, apparaît la génération où les deux sexes sont représentés. Du concours des deux sexes naissent uniquement des femelles; de la parthénogénèse proviennent à la fois des femelles et des mâles. Une des formes encore inconnues de la propagation de certains êtres par voie de parthénogénèse a donc été constatée.

Ainsi nous est arrivée, d'un village de l'arrondissement d'Orange, la notion de faits pleins d'intérêt et d'un phénomène de la vie jusqu'alors ignoré.

Messieurs, ma tâche est achevée. Je vous ai dit tout ce que le Comité m'avait chargé de vous dire.

ÉRUPTION ET CHUTE DE POUSSIÈRES VOLCANIQUES, LE 4 JANVIER 1880, A LA DOMINIQUE (ANTILLES ANGLAISES). Lettre de M. **L. Bert** à M. Daubrée.

Il existe, à l'île de la Dominique, un volcan qui présente le caractère intéressant d'être toujours en activité. Son cratère, rempli aux trois quarts d'eau bouillante sulfureuse, forme un lac à niveau constant, dont la température, sur les bords, peut être estimée à une moyenne de 75° C. A l'une des extrémités de ce lac, l'ébullition se manifeste toutes les trois, quatre ou cinq minutes, par une colonne d'eau, affectant la forme conique, projetée violemment à une hauteur d'environ 10^m, en dégageant de fortes lueurs et des vapeurs sulfureuses. Ce cratère, situé à l'est de la chaîne de montagnes qui traverse l'île dans toute sa longueur, fait partie du district de la Grande-Soufrière. L'altitude doit en être évaluée à environ 900^m.

Le dimanche 4 janvier 1880, à 11^h du matin, un grondement sourd s'est fait entendre, se répétant presque toutes les deux minutes, mais par intermittences; l'atmosphère s'est obscurcie comme pendant une éclipse de Soleil; la pluie tombait par torrents et sans interruption. A $11^h 2^m$, j'ai aperçu un gros nuage noir, se dirigeant par la vallée de Roseau sur la ville et prenant la direction de la mer; à $11^h 3^m$, par une violente rafale de vent, ce nuage, mêlé à la pluie, tombait sur la ville en forme de boue et de sable; un bruit lointain continuait à se faire entendre. Cette pluie mélangée de sable a duré jusqu'à

$11^h 10^m$ environ, puis le temps est devenu plus clair. Le baromètre marquait en ville 752^{mm}, état à peu près normal, et le thermomètre 22° C., état normal.

Je vous envoie une bouteille contenant l'eau de pluie mélangée de sable, recueillie dans un pluviomètre; vous pourrez juger de la quantité de matières étrangères mêlées à la pluie par la quantité du dépôt. Je vous adresse, en même temps, du sable recueilli après la pluie. Ce sable ressemble à une pouzzolane. Je dois ajouter que, pendant toute sa durée, le phénomène a été accompagné d'une forte odeur sulfureuse. La pluie a continué par rafales jusqu'au lendemain, après avoir repris son aspect normal. L'émission de pluie et de sable a donc duré environ dix minutes et n'a été accompagnée, du moins de notre côté, d'aucune secousse de tremblement de terre, comme on pouvait s'y attendre. La pluie charriant ce nuage de sable n'a atteint qu'une partie de l'île, soit la partie qui se trouvait sous le vent du volcan. La largeur de l'émission a atteint près de 4^{km}, sur une longueur de près de 10^{km}, c'est-à-dire du cratère au bord de la mer.

Je tiens à relater un fait assez curieux sur le peu de vitesse qu'a acquis ce nuage charriant le sable, malgré la grande violence du vent.

Le yacht de plaisance *la Louise*, de la Martinique, se rendant à Roseau, capitale de l'île de la Dominique, se trouvait, le dimanche 4 janvier 1880, à environ 19^{km} de la ville de Roseau. Il était 5^h du soir; sa position était vis-à-vis de la ville, quand le nuage s'est abattu sur lui, par une mer relativement calme, et a laissé sur son pont un résidu pareil à celui que je vous envoie, et que j'ai recueilli le lendemain sur le pont, à l'arrivée du navire.

Une forte secousse de tremblement de terre s'est fait sentir de 11^h à midi à Marigot, petit village situé sur l'autre versant de la chaîne de montagnes où se trouve situé le volcan. Une rivière non navigable, la rivière de la Pointe-Mulâtre, qui prend sa source sur les flancs du cratère, a eu son lit entièrement rempli par un sable pareil à celui que je vous envoie; ce sable ne tombait pas avec la pluie, mais provenait naturellement des sources de la rivière. Aujourd'hui, cette rivière est séchée, et l'eau qui coule de ses anciennes sources est à peu près de la grosseur de 1 pouce anglais.

La rivière qui traverse la ville de Roseau a débordé et charrié pendant toute la journée des sables rouges pyriteux et des sables gris, pareils à ceux qui sont tombés sur la ville.

J'attribue cette pluie de sable à une éruption volcanique provenant du cratère d'eau bouillante; mais je dois vous donner la description de l'endroit où le fait s'est passé. La contrée

où se trouve le volcan est déserte, complètement inhabitée et située à des altitudes de 600^{m} à 900^{m}. Avant de parvenir au volcan, il faut traverser, sur le sommet d'un des pics avoisinants, une plaine d'environ 10^{ha}, complètement composée de sables pyriteux, et d'où s'élèvent, presque sans aucune interruption, de petites solfatares ou éruptions de sable de 1^{m},50 à 2^{m} de haut, mais toujours changeant de place; le sable s'élève en l'air, puis retombe. Il n'y a aucune végétation sur cette plaine. Depuis dimanche, personne n'a pu aller voir ce qui s'était réellement passé; des hommes sont partis depuis hier et sont attendus aujourd'hui.

J'ai trouvé, par une analyse sommaire, du fer, du soufre et du plomb, ainsi que de la silice et de la magnésie. Je serai très heureux si vous faites analyser ces substances et si vous voulez bien me communiquer le résultat.

A la suite de cette Communication, M. Daubrée a présenté à l'Académie la Note suivante :

L'échantillon de poussière recueilli par M. L. Bert, après la pluie, est à grain fin, ayant en moyenne 0^{mm},1 dans l'échantillon qui nous a été adressé. Cette sorte de sable est formée, pour la plus grande partie, de grains pierreux. Parmi les grains incolores, les uns manifestent, sous le microscope, les formes et les caractères optiques qui appartiennent au labradorite, ainsi que les macles propres à cette espèce de feldspath. D'autres ont les caractères du feldspath sanidine. Certains cristaux feldspathiques sont comme corrodés. Les grains verdâtres ont la forme du pyroxène. On reconnaît aussi du gypse en cristaux isolés.

Même à l'œil nu, on voit briller beaucoup de petits grains à éclat métallique. Avec un grossissement convenable, on reconnaît que tous ces grains consistent en cristaux cubiques, parfaitement nets, parfois striés, sans facettes modifiantes : ils consistent en pyrite. Leur dimension n'est que de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{50}$ de millimètre. Au lieu d'être isolés, ces cristaux sont parfois associés et agglutinent les grains pierreux, de manière à montrer qu'ils leur sont postérieurs.

Çà et là on a reconnu quelques grains de galène.

Ce sable volcanique est imprégné de matières salines, en partie déliquescentes et très sapides, qui ont attaqué le papier qui l'enveloppait.

La poussière qui a été recueillie en mer, à une distance de 19^{km} du rivage, est de même nature que la partie pierreuse de l'échantillon précédent, mais à un état tout à fait impalpable; elle contient aussi des parcelles bulleuses et scoriacées, comme la ponce.

D'après l'examen qui en a été fait au Bureau d'essai de

l'École des Mines, la poussière recueillie à sec dont il a été question d'abord a donné les résultats ci-après :

Partie soluble dans l'eau :

Chlorure de potassium..................	1,96
Chlorure de sodium....................	0,63
Sulfate de chaux.......................	0,28
Matières organiques....................	0,70

Partie soluble dans l'acide chlorhydrique étendu :

Sous-sulfate de fer.....................	6,20
Carbonate de chaux.....................	3,60
Carbonate de magnésie.................	0,80

Partie soluble dans l'acide nitrique :

Pyrite de fer..........................	5,30
Galène................................	0,65
Cuivre................................	0,00
Partie insoluble dans les acides..........	80,30
Total.....	99,42

Comme on le voit, parmi les chlorures, celui de potassium prédomine beaucoup.

Quant à l'eau recueillie dans le pluviomètre, elle est chargée de poudre grossière, dans une proportion qui dépasse 20 pour 100. Les grains dépassent souvent $0^{mm},1$ dans notre échantillon.

En outre, d'après l'analyse du Bureau d'essai, la même eau contient, en dissolution, les mêmes sels que la poussière recueillie à sec, c'est-à-dire beaucoup de chlorure de potassium, avec un peu de chlorure de sodium, une petite quantité de sulfate de chaux et une forte proportion de matières organiques. La quantité de ces sels s'élève à 2 pour 100 du poids de l'eau.

La poussière volcanique dont il vient d'être question est particulièrement remarquable par les innombrables cristaux de pyrite qui y sont disséminés.

Il y a tout lieu de croire que cette pyrite s'est formée récemment, dans les flaques d'eau chaude que recèle le massif volcanique, sous l'influence des abondantes exhalaisons sulfureuses qui, d'après la Note précédente, se manifestent sans cesse. L'éruption l'a projetée au dehors, avec les matières pierreuses au milieu desquelles elle s'est développée.

La pyrite dont il s'agit paraît donc avoir la même origine que celle que M. Bunsen a reconnue en Islande. Elle en a d'ailleurs l'aspect général, ainsi que j'ai pu m'en assurer sur des échantillons dont je suis redevable à l'obligeance de M. le professeur Johnstrup, de Copenhague. Comme dans les fumerolles d'Islande, où se produit la pyrite, nous remarquons ici que ce sulfure est associé à du sulfate de chaux.

Nous avons donc ici un nouvel exemple de la formation contemporaine de la pyrite à ajouter à ceux qu'on a antérieurement signalés.

Jusqu'à présent, on n'a rencontré la pyrite, au milieu de déjections volcaniques, que dans un nombre de cas très restreints, si on le compare à l'abondance de cette même espèce minérale dans les anciens dépôts.

La présence de la galène, associée ici à la pyrite, comme un produit d'émanation volcanique, est également très digne de remarque.

Dans le *Bulletin* n° 642, nous avons annoncé l'envoi fait par MM. Plon et Cie de la première Partie du savant Ouvrage de M. l'amiral Jurien de la Gravière, membre de l'Institut : *La Marine des Anciens*, qui comprend la bataille de Salamine et l'expédition de Sicile. Aujourd'hui l'Association reçoit la deuxième Partie de ce travail. Cette Partie se compose de deux intéressants Chapitres : La Revanche des Perses, les Tyrans de Syracuse.

Souscriptions diverses.

Une dame, qui désire garder l'anonyme, a fait don de 50fr.

M. Caillet, examinateur de la Marine, membre perpétuel depuis la fondation de la Société, a fait don de 20fr.

Suite de la liste des Membres inscrits depuis le 1er janvier 1880.

M. Protais, peintre, à Paris.
Mme Javal, à Paris.
M. Manteau, à Paris.
M. Bourcier, à Compiègne.
M. le Dr Abadie, à Paris.
M. Sury, ingénieur, à Élincourt (Nord).
M. Brun, pharmacien de la marine, à Toulon.
M. de la Caudrie, à Paris.
M. Garban, opticien, à Nevers.
M. Paullentru, à Paris.
M. Contet, libraire, à Paris.
M. Goigoux, lieutenant d'artillerie, à Vincennes.
M. Perrott, à Paris.
M. Tiébault, rédacteur au Ministère des Finances, à Paris.
M. Naatz, à Paris.
M. Fournier (Ernest), à Paris.
M. le général Brisac, à Paris.
M. Landolt, à Paris.
M. de Bertholdi, à Paris.
M. Maunoir, secrétaire général de la Société de Géographie, à Paris.
M. de la Brière, à Paris.
M. Houllier Blanchard, à Paris.
M. Garnier (Pascal), à Paris.
M. Rhoné, à Paris.
M. Moukhanow, à Paris.
Mlle de Bressac, à Paris.
M. Gérard, à Paris.
M. le Doyen, à Paris.
M. Rive, fils aîné, à Paris.
M. Baron, à Paris.

Le Gérant, E. Cottin.
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

2 MAI 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 5.

CONFÉRENCES DE L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE
A LA SORBONNE.

La lecture et l'hygiène de la vue; par M. E. **Javal.**
Compte rendu par M. F. Dassy.

Vendredi soir 1er avril, à l'occasion de la séance annuelle de l'Association et de la réunion à Paris des Sociétés savantes des départements, M. Javal traitait, devant un auditoire d'élite, un sujet dans lequel il est un des maîtres incontestés. La façon brillante dont le savant directeur du laboratoire d'Ophtalmologie a conduit sa conférence, l'habileté qu'il a déployée à faire sortir de matières ardues pour le public le thème d'une causerie charmante, émaillée de saillies et d'à-propos spirituels, ont été saluées à diverses reprises par de chaleureux applaudissements. Chacun a pu suivre sans efforts toutes ces explications techniques si intéressantes, grâce à la clarté de leur exposition en même temps que grâce aux nombreuses et habiles projections lumineuses exécutées par M. Duboscq, et à la petite plaquette imprimée que M. Javal avait eu l'heureuse idée de faire remettre avant la conférence à chaque arrivant, plaquette qui permet de mesurer approximativement l'acuité visuelle, la myopie, la presbytie et l'astigmatisme.

M. Javal s'est tout d'abord attaché à faire comprendre quelles sont les règles qu'il importe de suivre pour lire sans se fatiguer. Quand on connaît la cause du mal, on a quelque chance de trouver son remède. Il s'agit donc de rechercher les causes spéciales qui rendent la lecture fatigante.

Il faut remarquer que les yeux peuvent fonctionner pendant toute une journée entière sans qu'on éprouve le moindre symptôme de fatigue. En effet, à la campagne, à la chasse, en voyage, alors même que l'on contemple des monuments, nous regardons autour de nous sans que la vue éprouve la moindre lassitude; bien au contraire, la vision des objets éloignés et variés repose le regard.

Il n'en est pas ainsi lorsqu'on s'applique à distinguer des objets très rapprochés et qu'on a devant soi l'uniformité désespérante, dans sa monotonie, des lignes d'imprimerie. De plus, dans la *lecture,* l'application de l'œil est permanente; tandis que la couturière a des intervalles de repos en tirant son aiguille avant de piquer l'étoffe, tandis que le compositeur d'imprimerie ne fixe pas son regard pendant qu'il transporte ses lettres, tandis qu'enfin l'écrivain interrompt son travail pour réfléchir, le lecteur voit défiler les mots sans trêve et sans relâche devant son œil constamment appliqué et tendu.

Un premier conseil à donner est donc de ne pas lire avec une assiduité complète. Tous les quarts d'heure et toutes les demi-heures, il est bon de réfléchir à ce qu'on vient de lire; ce temps d'arrêt, en même temps qu'il est profitable à l'esprit, est nécessaire pour relâcher l'œil de sa trop grande attention.

Un autre élément de fatigue de la rétine réside dans la production des *images accidentelles.* Si l'on regarde fixement pendant cinq à six secondes une bande blanche tracée au milieu de bandes noires, et qu'on ferme les yeux, il se produira sur la rétine un *négatif,* de telle sorte que la bande blanche sera vue noire. Or, lorsqu'on lit une page, ce sont des bandes alternativement blanches et grises qui viennent se peindre sur la rétine en lui donnant une impression absolument analogue à celle qu'on éprouve lorsqu'on voit se dérouler la série des bandes claires et foncées d'un cylindre tournant d'imprimerie.

Il faut remarquer, en outre, que, lorsqu'on lit, le regard suit avec précision non seulement la série horizontale formée par les caractères d'impression, mais une ligne droite située près du haut des lettres courtes. C'est, en effet, grâce aux *accidents supérieurs* des lettres que le mot se devine. On peut le démontrer. Prenez, par exemple, l'échelle de Giraud-Teulon, et, quelle que soit la dimension d'un mot, couvrez-en la moitié supérieure : vous ne pourrez deviner ce mot. Par contre, couvrez-en la moitié inférieure, et ce mot sera lu facilement. L'expérience peut être répétée par tout le monde sur une ligne quelconque d'un livre.

Il résulte de ce fait que, le regard se déplaçant d'une manière rigoureusement horizontale, ce sont toujours les mêmes parties de la rétine qui sont affectées par le blanc des interlignes, tandis que les lettres frappent toujours sur des bandes intermédiaires de cette membrane, d'où la production incessante d'images accidentelles. Tenez un livre immobile, lisez pendant quelques secondes et fermez les yeux : vous aurez la sensation d'une image accidentelle (assurément difficile à observer) et qui est formée de bandes horizontales alternativement claires et sombres. Rien n'est plus fatigant pour la

vue que ces images. Plateau, l'illustre physicien de Bruxelles, a perdu la vue pour avoir trop étudié la permanence des impressions rétiniennes, et Newton, pour la même cause, a souffert pendant plusieurs jours d'une cécité complète.

Nous pouvons diminuer l'intensité de ces images à l'aide de l'attitude dans la lecture : en ne tenant pas le livre immobile, les bandes claires et obscures ne seront pas constamment placées au même endroit de la rétine.

Les considérations qui précèdent suffisent à expliquer la fatigue qui résulte de la lecture au lit; dans ce cas, en effet, le livre est le plus souvent appuyé sur la poitrine et tenu immobile, et la tête est, pour ainsi dire, incrustée dans l'oreiller. Cette absence de mouvements relatifs du livre et de la tête est tout à fait propre à développer la formation des images accidentelles.

Une autre cause de fatigue pour l'œil tient au contraste absolu du noir sur le blanc. Il faudrait un fond moins éclatant. La teinte du papier doit être théoriquement choisie. On sait que l'œil, parmi ses autres défauts, a celui de n'être pas achromatique; la vision doit donc être plus nette quand on supprime l'une des extrémités du spectre fourni par la couleur du papier; ne pouvant amortir le rouge, sous peine d'avoir une teinte d'un vert foncé qui serait insupportable, surtout à la lumière du gaz, il faut recourir à un papier qui réfléchisse le bleu et le violet plus faiblement que les autres couleurs; le papier jaune, de la teinte produite par la pâte de bois, remplit bien ces conditions : c'est donc lui que nous choisirons.

Déjà certains éditeurs de livres de luxe (sans parler de l'expérience de certains éditeurs de bréviaires) ont été amenés à se servir de ce papier. On sait que, lorsque les typographes veulent faire valoir leurs spécimens de caractères, ils les présentent sur des épreuves de papier jaune.

Enfin, souvent on s'étonne qu'après une journée de dix à quatorze heures de travail les yeux se fatiguent le soir au bout de deux heures de lecture. Il n'y a cependant là rien d'extraordinaire. Il faut considérer aussi que le soir on travaille à la lumière artificielle, qui non seulement possède une composition spectrale différente de la lumière du jour, mais qui, comparée à cette dernière, est presque de l'obscurité. Le plus brillant éclairage électrique est loin de rivaliser avec la lumière solaire; l'éclairage au gaz, l'éclairage de nos maisons, la lampe de l'ouvrière et la chandelle de nos pères, tout cela est insuffisant. Dès que l'image rétinienne n'est plus assez lumineuse pour permettre une vision nette, la pupille se dilate, toutes les imperfections optiques de l'œil s'exagèrent, et, par suite, l'organe se fatigue. Éclairez-vous donc le plus largement pos-

sible, et, à ce propos, l'hygiéniste peut s'approprier le mot de Gœthe mourant : « Apportez de la lumière ! encore plus de lumière ! »

Les principes qui viennent d'être exposés doivent être d'une application encore plus rigoureuse lorsqu'il s'agit de l'enfant, chez lequel le globe oculaire est apte à modifier sa forme en s'allongeant et en déterminant ainsi de la *myopie* à partir de l'âge où les enfants apprennent à lire. Les fibres du muscle ciliaire, qui, dirigées d'avant en arrière, vont se noyer dans la choroïde, exercent pendant l'accommodation une tension et une traction sur cette membrane qui peut être assez énergique pour produire sa distension et sa rupture en son point le plus faible, c'est-à-dire au pourtour du nerf optique et pour déterminer ainsi un staphylôme postérieur.

A une époque de la vie où le muscle ciliaire est le plus énergique, où la lecture demande une plus forte dose d'attention que plus tard et où les écoliers sont soumis à l'influence du mauvais éclairage des classes, il importe donc de prévenir la production de la myopie.

Dans ces dernières années, beaucoup d'efforts ont été tentés relativement à l'éclairage des écoles. La règle exacte pour mesurer l'éclairage en un point d'une salle a été posée par le Dr Gariel. Sa valeur est donnée par le volume de la pyramide obtenue en joignant le point en question aux angles de la fenêtre éclairante et prolongeant ces arêtes jusqu'à la surface imaginaire de la sphère céleste. C'est M. Javal qui avait fait ressortir la fausseté des règles adoptées en cette matière dans des pays voisins et qui a montré la nécessité d'éclairer la place la plus obscure de la classe sans se préoccuper des autres, qui a étudié la question tout à fait capitale du *vis-à-vis* et posé des règles relatives à la hauteur des constructions voisines de l'école.

On a également beaucoup fait pour améliorer la position de l'écolier, de façon qu'il ne soit pas forcé d'écrire sur ses genoux ou qu'il ne soit pas couché sur son livre. On a mesuré des milliers d'enfants, on a calculé des moyennes et on est arrivé, après ces savantes recherches, à établir jusqu'à six dimensions de bancs scolaires gradués; peut-être est-ce aller trop loin, mais n'est-il pas singulier que, dans nos maisons, nous fassions plus mal que ce qui est adopté dans les écoles primaires ? Ici la solution doit être un peu différente, car il est bien plus commode de faire asseoir les enfants de différents âges à une seule et même table de hauteur ordinaire.

Une chaise ordinaire mesure $0^m,45$ de hauteur, et le fauteuil de bébé de $0^m,56$ à $0^m,57$; nous parerons aux besoins les plus urgents en faisant construire une chaise intermédiaire de $0^m,52$. A mesure que l'enfant grandira on sciera les pieds de

la chaise, en se rappelant qu'il importe que ses yeux ne soient jamais à moins de o^{m},33 de l'objet qu'il doit regarder. Dans tous les cas, on fera bien d'y fixer une planchette, de lui donner un tabouret ou de lui laisser appuyer ses pieds sur les barreaux de la chaise, ce qu'il fera d'ailleurs toujours bien volontiers.

Une autre question à examiner est celle de la finesse déplorable des caractères employés dans l'impression des livres destinés à l'enfance. Dans le prix de revient des livres scolaires, les droits d'auteur n'entrent pas en ligne de compte et les frais de composition disparaissent, si bien que ces livres se vendent à peu près au poids. Il en résulte qu'avec leur tirage considérable les éditeurs, pour soutenir la concurrence et vendre suffisamment bon marché, sont obligés d'utiliser le plus complètement possible la surface du papier en réduisant au minimum les marges, les interlignes et surtout la surface occupée par chaque lettre. Quoi qu'il en soit, on peut sauvegarder les droits sacrés des éditeurs en même temps que les droits non moins sacrés de nos enfants. M. Javal a prouvé, en effet, que, toutes choses égales d'ailleurs, la lisibilité d'un texte imprimé ne dépend pas de la hauteur des lettres, mais de leur largeur, et il a rendu ce fait sensible et évident pour ses auditeurs en leur faisant constater sur la petite plaquette qu'ils avaient entre les mains la lisibilité plus grande des caractères imprimés en cinq typographique de largeur plus considérable et de hauteur moindre que les caractères imprimés en six.

Jusqu'ici, ajoute M. Javal, il n'a été question que de l'hygiène des yeux sains; mais tous ne possèdent pas cette qualité, et il en est beaucoup dont les défauts ne résistent pas à l'épreuve des moyens d'investigation que nous possédons actuellement. Les uns sont trop longs, ce sont les *myopes;* les autres sont trop courts, ce sont les *hypermétropes;* d'autres enfin sont aplatis suivant des axes différents, ce sont des *astigmates.*

L'astigmatisme est l'affection dans laquelle il y a inégalité de visibilité des lignes suivant différentes directions.

Thomas Young, le célèbre auteur de la théorie des interférences, l'a décrite le premier, après l'avoir observée sur lui-même, dès la fin du siècle dernier. Il fallut plus d'un demi-siècle pour que cette notion commençât à pénétrer dans le public médical.

Vers 1854, le commandant Goulier, aujourd'hui colonel, sans connaître le travail de Th. Young, observa ce défaut optique chez plusieurs de ses élèves de l'École d'application de Metz, et il composa un tracé linéaire pour effectuer la mesure du degré de ce vice de réfraction. La découverte de M. Goulier demeura pendant quinze ans dans un pli cacheté à l'Académie des Sciences. Pendant cet intervalle, d'autres avaient découvert

aussi la fréquence de l'astigmatisme et avaient perfectionné les moyens de rechercher les verres cylindriques correcteurs de ce défaut.

Si l'on assimile l'œil à un ellipsoïde à trois axes inégaux, le verre cylindrique, convenable pour ramener à l'égalité la réfraction des deux arcs situés dans le plan perpendiculaire à l'axe antéro-postérieur, jouit de la propriété très heureuse d'égaliser en même temps la réfraction dans tous les autres méridiens. La correction de l'astigmatisme se réduit donc à la recherche du verre cylindrique approprié.

J'ai lu autrefois, dit M. Javal, l'histoire d'une personne désespérée d'avoir une mauvaise vue incurable. Elle essayait à chaque instant de procurer quelque amélioration à son état en adaptant à ses yeux tous les verres qui lui tombaient sous la main. Le verre de sa lampe étant venu à se casser, elle eut l'idée de regarder à travers l'un des fragments, et il se trouva que ce verre représentait exactement le rayon de courbure nécessaire à la correction de l'astigmatisme dont elle était affectée; elle se servit de ce verre pendant toute sa vie. Actuellement nous n'attendons plus un hasard heureux pour faire l'application de verres correcteurs exacts.

L'astigmatisme est très fréquent. Chez toutes les personnes dont la vue est mauvaise ou délicate, chez tous les myopes qui ne voient pas parfaitement bien au loin avec le secours des verres concaves, chez les presbytes qui ne trouvent pas de verres convexes avec lesquels ils puissent lire indéfiniment sans aucune fatigue, il y a lieu de suspecter l'astigmatisme.

Pour convaincre de ce fait son auditoire, M. Javal, montrant le cadran sur lequel sont tracées des lignes verticales et des lignes horizontales, demande aux personnes qui distingueraient mieux les premières que les dernières de vouloir bien se lever. Après quelques hésitations, faciles à comprendre dans la circonstance, une trentaine se décident à faire l'aveu public de leur imperfection optique. A la seconde épreuve, relativement à la visibilité des lignes horizontales, nous constatons encore dans la salle la présence d'une vingtaine d'astigmates.

L'épreuve faite par les personnes voyant mieux les lignes de telle ou telle obliquité déterminée aurait fourni un nouveau contingent d'astigmates, et encore le nombre constaté eût-il été bien plus considérable si chacun, avant de faire l'épreuve, eût pris le soin de fermer le meilleur de ses yeux, car l'astigmatisme est presque toujours la cause de l'infériorité d'un œil relativement à l'autre.

M. Javal présente à son auditoire l'admirable instrument dont il a enrichi la Science après quatorze ans de travail et avec lequel la mesure exacte de l'astigmatisme peut être effectuée.

Cet instrument est gradué par *dioptries* depuis 1 jusqu'à 20,

ces vingt échelons égaux correspondant aux numéros usuels suivants : 40, 20, 13, 10, 8, $6\frac{2}{3}$, 6, $5\frac{1}{2}$, 4, ..., 4, $2\frac{2}{9}$, $2\frac{1}{19}$ et 2.

Il est utile de corriger l'astigmatisme à partir d'une demi-dioptrie ou d'une dioptrie et demie, selon l'âge ou la profession des personnes qui en sont affectées; à partir de deux dioptries le défaut cause toujours une gêne très appréciable.

Nous allons maintenant parler de la *presbytie.* Un conseil capital à suivre pour le presbyte est celui que lui donne M. Javal de ne pas craindre les verres trop forts. Beaucoup de personnes se privent de leurs yeux en s'obstinant à faire usage de verres faibles, de peur de brûler ou d'user leur vue en prenant de forts verres convexes. Cela est un préjugé, car les verres les plus forts qu'on ordonne dans la pratique sont ceux de 5 et de 6 dioptries; or nous avons à notre disposition des verres numérotés jusqu'à 20 dioptries, et, si par hasard ce dernier numéro ne suffisait pas, rien ne serait plus facile que d'en faire tailler d'autres plus convexes.

« D'ailleurs, fait remarquer M. Javal avec un à-propos fort applaudi, vous avez vu, au début de la séance, que notre vénéré président, M. Milne Edwards, ne craint pas de mettre en application les principes que je viens d'exposer. »

En effet, l'éminent doyen de la Faculté des Sciences avait lu un Rapport en se servant d'une énorme loupe de près de $0^m,15$ de diamètre.

Si les verres convexes ne présentent pas d'inconvénients dans l'usage ou l'abus qu'on en peut faire, il n'en est pas de même pour les verres concaves.

On ne peut poser de règle générale d'hygiène à suivre pour les myopes, dans le choix des verres concaves; cependant, jusqu'à 3 ou 4 dioptries, il vaut mieux lire sans verres, tandis que l'emploi de verres concaves est utile, dans le cas de myopie un peu plus forte, pour permettre d'éviter les variations d'accommodation dont il va être parlé.

A propos des myopes se place l'étude de la particularité remarquable du travail qu'on fait exécuter aux yeux en lisant, étude absolument neuve à l'appui de laquelle le conférencier a fait construire un appareil schématique dont la manœuvre fait saisir immédiatement à l'auditoire les faits suivants.

Les yeux sont écartés l'un de l'autre d'environ $0^m,06$. La distance de l'œil, au point de fixation de la ligne imprimée, varie continuellement; l'accommodation varie également. Prenons pour exemple une ligne de $0^m,06$, nous la lisons en cinq ou six sections, et il faut que l'œil gauche diminue en autant de fois son accommodation pour passer du commencement à la fin de la ligne, tandis que l'œil droit augmente graduellement son accommodation pour aller du commencement à la fin. Dans l'exemple choisi, la lecture se faisant à une distance de

$0^m,08$, la variation de l'accommodation atteint le chiffre relativement énorme de deux dioptries.

Dans ces conditions, le muscle ciliaire se trouve placé dans des conditions de tension et de relâchement successives, et la choroïde tiraillée de telle sorte qu'il est facile de comprendre comment cette gymnastique amène rapidement les myopies à la forme progressive et à ses conséquences désastreuses.

Guidé par ces considérations théoriques, on devra donc conseiller aux personnes très myopes (et c'est là une précieuse acquisition de la Science) de s'appliquer à parcourir les lignes par des mouvements de la tête et du livre, à suivre ainsi l'exemple donné par ceux qu'un instinct naturel a conduits à diminuer la fatigue de leurs lectures à l'aide de semblables oscillations, et à se servir ainsi d'un procédé dont la théorie confirme l'excellence.

En terminant son intéressante conférence, M. Javal montre quelle est la richesse des moyens d'investigation que possède aujourd'hui l'Ophtalmologie.

L'Ophtalmologie, dit-il, ne se contente plus de poser des diagnostics; vous l'avez vu, dans un grand nombre de cas, après avoir constaté une affection, nous poussons la précision jusqu'à en mesurer le degré et nous apportons le remède certain, mathématique.

Et quand nous sommes réduits au diagnostic (les projections d'image ophtalmoscopiques, faites à ce moment de la conférence, démontrent qu'en Ophtalmologie on a ce privilège de voir les lésions de l'organe vivant), les artères, les veines, toutes les modifications pathologiques des tissus sont révélées par l'ophtalmoscope, si bien que, sur le vivant, on est en possession de renseignements comparables à ceux que l'autopsie donne tardivement au médecin non spécialiste.

En somme, l'Ophtalmologie est de vingt ans en avance sur la Médecine générale; elle tient sa place à côté des Sciences naturelles : telle est du moins la prétention des ophtalmologistes, et le public réuni dans la grande salle de la Sorbonne a paru s'associer entièrement à cette déclaration convaincue, par laquelle la conférence s'est terminée.

Observation d'une trombe en mer; par M. **Pouvreau**, lieutenant à bord de la *France* (transatlantique). Note communiquée par le Bureau central météorologique.

Le 19 novembre, il faisait calme pour nous; la fumée de nos tuyaux montait droit, puis, arrivée à la hauteur des pommes des perroquets, restait derrière; elle avait perdu la vitesse du navire. Donc il faisait calme à ce moment; l'ouest était nuageux; des nuages supérieurs chassaient en tous sens, mais

cependant semblaient converger vers l'ouest-nord-ouest; c'était notre hanche de bâbord; la houle était lisse et n'indiquait aucun vent. Certain clapotis attira mon attention vers l'ouest-nord-ouest; à force d'examiner dans cette direction, je vis des rides telles qu'en fait la brise lorsqu'elle se forme, mais ce n'était pas tout à fait la même chose.

A la levée de la lame, je voyais des stries blanches (telles sont les lisières des courants) semblables à une véritable araignée; ces stries blanches convergeaient vers un centre tumultueux qui figurait le corps de l'araignée, les stries représentant les pattes. Ceci se passait à 2 milles de nous environ. Tout à coup, de ce centre tumultueux s'éleva une vapeur; il me semblait que c'était l'évent d'une baleine, mais aussitôt je vis un centre tumultueux s'épointer, se lancer et monter : je vis de suite ce que c'était, car, inspectant la nuée qui s'avançait au-dessus, je vis un nuage très blanc, tortillé, s'allongeant dans la direction de la pointe qui montait : c'était une gyration sinistrorsum rapide à la mer.

Les nuages s'allongeaient autour de la base du point blanc, qui était conique; la pointe, très fine, descendait vers l'est. On eût dit une poche enflée par en haut et se balançant vers la pointe, qui montait vers elle pour la rejoindre; à plusieurs reprises, celle du bas s'affaissa un peu, celle d'en haut se raccourcit; l'inférieure semblait alors se renverser tout autour d'elle-même en gerbe, mais elle gonflait et remontait encore; il semblait que les deux pointes formées voulussent s'unir. Elles s'unirent pendant l'intervalle de trois minutes, comme pour assaillir cette colonne. Celle-ci se mouvait vers l'est, lentement, mais en tournant vite sur son axe, si l'on en juge par le mouvement du cercle de la base; puis au milieu il y eut une solution de continuité. La pointe inférieure s'abaissait, la supérieure (venant des nuages) remontait; elles semblaient se raccourcir de longueurs égales. Enfin tout cessa. La pointe supérieure disparut dans la masse des nuages abaissés, analogue à un grand plafond.

Un navire voisin, un voilier, serra ses perroquets, cargua les basses voiles, amena ses valants et prit le plus près du vent tribord amures : il laissait le météore par tribord au vent à lui.

Cependant la brise se faisait derrière nous; ce navire commençait à la sentir; il gouvernait, ce que n'eût pu faire un navire placé où nous étions. La base du phénomène n'offrait plus que l'aspect d'une de ces tournades qui soulèvent la poussière sur nos grandes routes poussiéreuses de terre pendant l'été sec. La brise, dis-je, se faisait; elle semblait venir comme d'un centre, qui était la protubérance nuageuse rentrée dans la voûte des nuages, ayant l'apparence d'un grain de pluie

et de vent, et qui ne tarda pas à nous atteindre; le navire voisin perçut des vents que je jugeai venir du nord, d'après son orientation : il était dans l'ouest du méridien du météore qui l'avait dépassé. Nous perçûmes des vents d'ouest-nord-ouest variant au nord-ouest (direction vraie). Cette brise vint sans rafales; elle fut précédée de pluie et souffla régulièrement jusqu'au lendemain. Lorsque cette brise nous atteignit, j'observai que nous étions sur sa lisière, et d'un coup d'œil je vis qu'elle soufflait en faisant cône; la surface de la mer faisait le plan de section.

Cela me semblait un mode de propagation du vent, comme si une colonne d'air fût venue tomber sur les nuages.

Le thermomètre ne dit rien.

Le baromètre tremblotait.

	Baromètre.	Température.		Vent.
$12^h 53^m$.......	$748^{mm},4$	10°	SW.......	0
$6^h 53^m$.......	$750^{mm},4$	10°	W........	5

Observation relative au téléphone; par M. **Pouvreau**. Note communiquée par le Bureau central météorologique.

Il faisait un calme parfait; les arêtes métalliques étaient illuminées d'une lueur bleuâtre, et les étais de la mâture tellement éclairés que le sens de la torsion de leurs torons était parfaitement visible. La nuit très noire, pas de pluie encore; les pommes étaient ornées de panaches d'un blanc bleuâtre, blanchissant de plus en plus; il semblait qu'à partir d'en haut une vapeur lumineuse invisible ailleurs que sur le gréement s'abattait sur le navire; tout ce qui était autour subissait le même sort, était éclairé. Lorsque pour une cause quelconque un choc faisait vibrer les étais, il se formait tout au long des chapelets composés de sections et de nœuds, comme ceux-ci, à la dimension près des ventres et des nœuds. Tout rentrait dans le noir aussitôt qu'un éclair avait passé, puis le même phénomène recommençait. Cela bruissait. J'étais intrigué; j'amarrai à une drisse de pavillon (drisse de pomme) un téléphone pavillon en bas, ses deux fils très bien isolés, installés convenablement, et je le hissai. Au bout d'une minute, il était, comme les objets voisins, illuminé; on distinguait même la marque de fabrique sur le côté avec une jumelle. C'était fort curieux. Dans le silence le plus parfait, j'écoutai dans l'autre cornet que j'avais à la main, et j'entendais des bruits tels que *u*, *u*,..., prononcés en sifflant un peu et très vite; enfin c'était comme un son d'amorce de fusée qui brûle. Ce fut bien plus fort lorque l'éclair passa; le bruit fut *si*, très vivement attaqué et en continuant l'*i*; j'eus presque peur à ce moment, tant ce bruit fut sifflant; ce n'était pas la brise, il faisait calme.

Satisfait de ce résultat, je voulus me servir de mes deux fils pour essayer un électromètre.

La pluie arriva, et le phénomène devint intermittent; il cessa avant que j'eusse le temps de commencer l'expérience, qui m'eût vivement intéressé.

Les coups de grisou; par M. **Lancaster**, de l'Observatoire royal de Bruxelles.

Nous extrayons de la *Revue d'Astronomie et de Météorologie* (Ciel et Terre), publiée à Bruxelles, la Note suivante:

La terrible catastrophe qui vient d'avoir lieu au charbonnage d'Anderlues a attiré de nouveau l'attention publique sur les moyens de prévenir le retour de semblables malheurs. De toutes parts on réclame des enquêtes et des recherches, pour arriver à mettre fin à des accidents qui viennent, presque périodiquement, jeter l'effroi et le deuil dans le pays.

Le problème qui, par son importance, doit s'imposer tout d'abord aux investigations des spécialistes chargés de ces recherches, est celui de la prévision des chances, disons plutôt des menaces, d'explosions de grisou. Or, il est bien démontré aujourd'hui que le danger dépend pour une grande part des vicissitudes atmosphériques, et qu'il serait possible de l'éviter, dans la plupart des cas, en suivant avec soin et d'une manière intelligente la marche des instruments météorologiques. N'avons-nous pas vu cette fois encore, comme l'année dernière à Frameries, l'explosion coïncider avec une baisse barométrique prononcée, et se déclarer presque au moment même du minimum de pression?

La remarque d'une relation entre les mouvements de l'atmosphère et les coups de grisou est déjà assez ancienne. Dès 1835 elle avait fait l'objet d'un important Mémoire de M. Buddle, célèbre ingénieur anglais, publié dans les *Transactions* de la Société d'Histoire naturelle de Northumberland. L'auteur y établissait les propositions que voici:

« Les chances de trouver des atmosphères explosibles dans les galeries des mines de charbon de terre sujettes au dégagement du grisou ou hydrogène carboné sont fort grandes *quand le baromètre est bas*. Ces atmosphères offrent, au contraire, des traces à peine perceptibles du gaz inflammable lorsque le mercure, dans le même instrument, est très haut. » Et il expliquait cette influence de la pression de l'air de la manière suivante :

« La cause de cette fluctuation dans le dégagement du gaz, disait-il, est évidente. Quand la pression de l'atmosphère est égale à la force élastique du gaz carboné contenu dans les pores et dans les fissures du charbon, les deux fluides élastiques

se balancent. Mais si la densité de l'atmosphère diminue, l'équilibre est détruit : la force élastique du gaz prend le dessus, et il se dégage.

Plus tard, en 1856, M. Dobson soumit au jugement de l'Académie des Sciences de Paris, sur le même sujet, un travail non moins important que le précédent. Il témoignait d'une étude approfondie et consciencieuse de la question.

« Dans les houillères sujettes à explosion, disait M. Dobson, il y a un écoulement constant de gaz hydrogène carboné, sortant par les innombrables petites fissures du charbon désagrégé et envahissant les galeries. La vitesse et la quantité de cet écoulement dépendent, toutes choses égales d'ailleurs, de la densité ou de la pression atmosphérique : il est plus grand quand la pression est moindre, et réciproquement.

» La proportion de gaz carboné ou grisou contenu dans l'atmosphère des galeries n'atteint jamais un chiffre déterminé sans qu'il y ait danger d'explosion, de sorte qu'il faut absolument maintenir un certain rapport entre la vitesse de ventilation et l'écoulement gazeux à l'intérieur des galeries, si l'on veut être assuré que l'atmosphère de la houillère n'atteindra pas la limite à laquelle elle commence à devenir explosible.

» Les fluctuations météorologiques peuvent contribuer de deux manières à rendre explosive l'atmosphère des houillères :

» 1° Pendant les périodes de temps relativement calme ou serein, lorsque la colonne de mercure reste pendant plusieurs jours à une grande hauteur (de 765^{mm} à 775^{mm} environ), l'écoulement habituel du gaz se trouve arrêté par la grande densité de l'air, et la tension du gaz augmente à l'intérieur des fissures. Mais si à cette époque de pression atmosphérique élevée succède une diminution brusque de pression, indiquée par un abaissement considérable de la colonne barométrique, le gaz, délivré tout à coup de la pression atmosphérique qui le refoulait à l'intérieur, peut s'échapper en assez grande abondance pour rendre impuissants les moyens ordinaires de ventilation, et, par conséquent, l'atmosphère de la houillère peut devenir explosible par une diminution subite de la pression atmosphérique.

» 2° Même en supposant que le mécanisme de la ventilation reste le même et que l'écoulement de gaz à l'intérieur de la mine soit constant en vitesse et en quantité, il est évident que la ventilation efficace, ou l'effet utile de la ventilation, varie en raison inverse de la température de l'air extérieur; l'efficacité de la ventilation, en effet, dépend principalement de la différence de température entre l'air extérieur et l'air intérieur des galeries. Une élévation considérable de température de l'air extérieur peut donc empêcher l'effet de la ventilation, ou la rendre impuissante à aspirer la quantité de gaz qu'elle

aspire dans les conditions normales. La proportion de grisou augmente alors, et l'atmosphère de la mine devient explosible, parce que, par suite de l'élévation de température, elle ne renferme pas la quantité d'air nécessaire à la dilution du grisou. Il est donc certain, *a priori*, que l'explosion est toujours à redouter lorsque le baromètre monte subitement. La comparaison ou le rapprochement des faits d'explosions avec les données météorologiques confirme pleinement ces conclusions théoriques.

» Pour citer un cas très remarquable de ce genre, je dirai que le passage sur l'Angleterre de la grande onde barométrique de novembre 1854, qui s'est terminée par la tempête de la mer Noire, a été signalé par cinq explosions arrivées coup sur coup dans cinq mines différentes et en quatre jours, c'est-à-dire pendant la durée de la grande dépression du niveau barométrique causée par l'ouragan.

» Les ouvriers mineurs de France et d'Angleterre ont remarqué depuis bien longtemps que les gaz inflammables sortaient en plus grande abondance des fissures des couches, et tendaient davantage à envahir les galeries, lorsque le baromètre était très bas ou que le vent soufflait plus chaud du sud ou du sud-ouest. On trouve ces observations consignées, à plusieurs reprises, dans les rapports présentés aux Chambres des lords et des communes, en 1834, 1852, 1853 et 1854, par les sous-comités chargés des enquêtes sur les accidents des houillères. »

M. Dobson terminait l'exposé de ses recherches en préconisant les mesures pratiques suivantes :

» 1° Il est aussi nécessaire pour le mineur que pour le marin de consulter avec soin le baromètre et le thermomètre.

» 2° Les précautions à prendre si l'on fait descendre les mineurs dans les mines à un moment où le baromètre est très bas ou le thermomètre très haut doivent être excessives. Il vaudrait mieux peut-être suspendre le travail.

» 3° Des observations barométriques et thermométriques faites à l'ouverture des puits des mines, à des intervalles réguliers, suffisamment rapprochés, présentent un grand intérêt, on plutôt sont si absolument nécessaires que les administrations devraient peut-être les imposer. »

En Angleterre, une enquête fut ordonnée par le gouvernement en 1870, pour vérifier, d'après les procédés scientifiques les plus rigoureux et les données les plus complètes, la connexion qui se trouve exister entre les éléments météorologiques et les explosions dans les houillères. Cette enquête fut confiée à deux hommes expérimentés, M. Galloway, inspecteur des mines, et M. Scott, directeur du bureau météorologique de Londres, et leurs rapports établirent cette connexion

à toute évidence. Ils démontrèrent, entre autres, que sur cinq cent cinquante explosions fatales survenues dans les années 1868, 1869 et 1870, 55 pour 100 pouvaient être rapportées avec certitude aux mouvements du baromètre et 19 pour 100 à ceux du thermomètre. Les conclusions de ces rapports étaient, d'autre part, en tous points conformes à celles de MM. Buddle et Dobson, dont nous avons parlé tout à l'heure. Comme eux, MM. Scott et Galloway disaient : « Si la colonne barométrique, après être restée à la même hauteur, ou à peu près, pendant plusieurs jours, éprouve une baisse de 12^{mm} à 25^{mm} durant les deux jours ou trois jours suivants, on doit s'attendre à trouver une quantité de grisou plus grande que d'habitude dans les cavités du fond et dans les étages supérieurs des travaux, non seulement pendant la chute barométrique, mais également pendant un jour ou deux après que le baromètre a atteint le point le plus bas de sa course. Dans ces circonstances, on peut aussi trouver du grisou à certaines places où l'on n'avait pas reconnu sa présence auparavant. Si la température s'élève à 12° C. ou au delà, ajoutaient-ils, la ventilation doit être activée en même temps, et plus le thermomètre montera, plus on devra augmenter la ventilation, afin de prévenir une stagnation possible du courant ventilateur. Enfin, dans le cas d'une chute soudaine et rapide du baromètre (25^{mm} ou environ dans l'espace de vingt-quatre heures), ou d'une chute nouvelle après que le baromètre est déjà descendu très bas, il est urgent au dernier chef de prendre ses précautions, et principalement si le phénomène barométrique est accompagné, comme c'est souvent le cas, d'une hausse de température. »

Dans notre pays, comme en Angleterre, les trois premiers et les trois derniers mois de l'année sont ceux pendant lesquels les oscillations du baromètre sont les plus considérables.

D'après MM. Scott et Galloway, la plupart des explosions pourraient être écartées par une bonne ventilation. « Le grisou serait pour ainsi dire inconnu, disaient-ils à la fin de leurs rapports, dans les mines où un courant d'air suffisant traverserait constamment les galeries, ou tout au moins il resterait confiné dans les parties les plus basses. Pour arriver à ce but, le premier pas à faire serait d'imaginer un instrument pouvant indiquer à tout moment la *quantité d'air* passant dans la mine, et *aussi* la différence de pression barométrique, réduite à un même niveau, entre le fond des puits d'introduction et de sortie; il indiquerait de la sorte tout changement dans la force ventilatrice produit par des variations de température ou de pression atmosphérique, ou provenant d'insuffisance dans les procédés artificiels de ventilation. »

Les différentes recherches dont nous venons de donner un

rapide aperçu sont toutes d'accord pour montrer la liaison intime qui existe entre les explosions dans les mines et les mouvements atmosphériques. Aussi, chaque mine devrait-elle être pourvue, à notre avis, d'un petit observatoire dirigé par un ingénieur délégué spécialement à cet effet, et muni d'instruments enregistreurs permettant de se rendre compte à tout instant des fluctuations de l'atmosphère. Ces instruments devraient être consultés nuit et jour. En Angleterre, on construit actuellement des baromètres à glycérine à l'usage particulier des mines; les variations de la colonne barométrique sont beaucoup amplifiées par cet appareil et elles peuvent, par conséquent, éveiller facilement l'attention, même chez des hommes, comme les mineurs, peu au courant des observations scientifiques.

Nouveau télémètre; par M. **Landolt.**

Cet instrument est destiné soit à apprécier la distance d'un objet éloigné, soit à mesurer les dimensions d'un objet inaccessible. Il est fondé sur le principe de la réfraction à travers un prisme à angle variable, composé de deux prismes élémentaires de même force tournant l'un sur l'autre avec la même vitesse en sens inverses. Les deux prismes sont percés d'une ouverture centrale concentrique avec l'axe de rotation et égale à la moitié de la surface de section du faisceau de rayons lumineux qui pénètre dans l'œil. L'observateur qui regarde à travers le centre de l'instrument voit ainsi à la fois à travers l'ouverture et à travers les prismes.

Lorsque les deux prismes sont accolés en sens inverses, leurs surfaces extérieures étant parallèles, l'observateur voit les objets simples, puisque, dans cette position, l'effet des prismes se neutralise; mais, dès qu'on fait tourner les prismes l'un sur l'autre, leurs surfaces extérieures forment un angle de plus en plus grand. La portion des rayons lumineux qui passe en dehors de l'ouverture est déviée, et l'objet observé se dédouble. En faisant tourner les prismes davantage, les deux images s'écartent de plus en plus, jusqu'à ce qu'elles aient atteint le maximum d'écartement que l'instrument permet, ce qui arrive quand les sommets des deux prismes ont la même direction.

On comprend que, avec un objet de grandeur connue et à l'aide de la rotation des prismes nécessaire pour amener les deux images de cet objet dans une position donnée, par exemple dans une position telle qu'elles se touchent par leurs bords opposés, on pourra déterminer la distance qui sépare l'objet de l'instrument. Pour un même objet, il faudra faire tourner les prismes d'autant moins que l'objet sera plus

éloigné. La distance correspondant aux différents degrés de rotation des prismes sera donnée par une Table ou inscrite sur l'instrument même.

Dans le cas où l'instrument doit servir à mesurer les dimensions d'un objet situé à une distance connue, on se servira d'une autre Table indiquant les dimensions cherchées, correspondant à l'angle de rotation des prismes.

Un des grands avantages de l'instrument est que les mouvements de l'objet observé n'ont aucune influence sur la mensuration, attendu que les doubles images sont toujours solidaires l'une de l'autre.

Un autre avantage est que, en faisant faire aux prismes une révolution totale de 360°, ils arrivent quatre fois dans la position nécessaire pour que les doubles images se touchent. Les erreurs inhérentes à la construction de l'instrument sont ainsi éliminées, parce que les mensurations dans les quatre quarts de cercle se compensent.

L'instrument se compose d'une boîte circulaire renfermant les deux prismes. Ces prismes sont montés chacun sur un disque glissant à frottement doux, à l'intérieur de la face correspondante de la boîte. Chacun de ces disques est muni d'une couronne dentée, présentant des dents de champ et engrenant avec un pignon commun dont la tige tourne dans un collet adapté au pourtour de la boîte. En faisant tourner le bouton du pignon, on communique un mouvement de rotation inverse aux deux disques porteurs des prismes.

L'instrument est muni d'une lunette plus ou moins forte, suivant la distance de l'objet observé.

Découverte d'une comète par M. **Schaberle.** (Dépêche télégraphique de la *Smithsonian Institution,* adressée à M. l'amiral Mouchez.)

Washington, 7 avril 1880.

Comète Schaberle, 6 *avril,* 11^h *soir.*

Ascension droite		$7^h\,20^m$
Déclinaison		$+84°\,25'$
Mouvements	en ascension droite	-30^m
	en déclinaison	$-48'$
Queue		$3'$

Le Gérant, E. Cottin.

à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

9 MAI 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 6.

CONFÉRENCES DE L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE

A LA SORBONNE.

SUR LES MONUMENTS FUNÉRAIRES DES GRECS; par M. **Félix Ravaisson**, Membre de l'Institut.

MESDAMES, MESSIEURS,

L'étude des monuments funéraires des Grecs est un sujet d'un intérêt exceptionnel, car il est impossible que de tels monuments ne portent aucune trace de ce que pensèrent de la vie et de la mort ceux qui les érigèrent; or quoi de plus intéressant que de savoir quelles furent, sur la destinée humaine, les pensées d'un peuple d'une si pénétrante intelligence, auquel nous devons et la Science, et la Philosophie, et l'Art.

Il règne dans l'Archéologie, depuis le commencement du siècle, l'opinion que les bas-reliefs dont les Grecs ornèrent leurs sépultures ne témoignent en rien d'une croyance quelconque à une existence qui dépasse le tombeau. Suivant cette opinion, satisfaits de la vie terrestre, ils se seraient peu inquiétés de ces rêves d'une autre vie qui agitent les modernes et, en conséquence, n'auraient jamais représenté sur les tombeaux que les scènes d'ici-bas, soit de simples tableaux de la vie humaine et surtout de la vie de famille, soit les adieux suprêmes, soit les honneurs rendus à la mémoire des morts. Telle aurait été surtout la nature des tableaux dont on aurait orné les sépultures aux temps où la Grèce fut le plus elle-même et le plus exempte des éléments étrangers qui vinrent plus tard altérer son génie. A ces époques anciennes, les inscriptions jointes aux représentations ne nous fournissent généralement sur le sens de celles-ci que peu de lumière. Si l'épitaphe en vers qui nous a été conservée des Athéniens tués dans le ve siècle au siège de

Potidée nous dit que les âmes sont allées dans l'éther, tandis que la terre a gardé les corps, expressions dont l'interprétation naturelle est que les âmes survivent aux corps et vont habiter avec les dieux, les inscriptions funéraires, à ces hautes époques, consistent ordinairement dans les noms seuls des défunts, avec l'indication de leur pays ou de leur dème natal. On est donc presque toujours réduit à deviner d'après les représentations mêmes ce qu'elles veulent dire.

Avant de rechercher ce qu'est, dans cette question, la vérité, examinons un moment ce qu'est la vraisemblance; pour nous aider à découvrir ce qui fut, voyons ce qui probablement dut être. Autrement dit, des deux opinions dont l'une, qui règne aujourd'hui, exclut des bas-reliefs funéraires toute allusion à une vie future, et l'autre, que je voudrais substituer à celle-là, voit dans les mêmes bas-reliefs des images ou des symboles de l'immortalité, demandons-nous, avant tout examen des monuments mêmes, laquelle semble s'accorder le mieux avec la nature du milieu où la Grèce se trouva placée, avec ses idées à elle-même et avec ses usages.

Le monde avec lequel la Grèce était dans un perpétuel commerce, de la Thrace à l'Asie et à l'Égypte, était rempli de la croyance à l'immortalité, et dans tout ce monde les monuments funéraires la proclamaient. Sur ce dernier point, la lumière se fait en ce moment même, peut-être plus que jamais, au moins pour ce qui regarde l'Égypte et la Phénicie.

Les sépultures qu'on a découvertes dans la plaine de Saqqarah près de Memphis, et qui appartiennent aux plus anciennes époques de l'Égypte, sont décorées de compositions où l'on voit le mort parmi de riches domaines remplis de troupeaux, pêchant, ensemençant, récoltant ou encore recevant des offrandes. Tout en remarquant que les richesses attribuées au mort par les inscriptions jointes aux tableaux dont il s'agit dépassaient toute vraisemblance, M. Mariette avait expliqué ces tableaux comme représentant le défunt pendant sa vie ou honoré après sa mort par ses enfants et ses serviteurs, en ajoutant que l'intention de telles représentations avait été de rappeler aux survivants d'offrir au défunt les sacrifices funéraires d'usage. Il y a peu d'années, lorsque j'eus démontré ou cherché à démontrer, en publiant le monument de Myrrhine, que les bas-reliefs funéraires des Grecs offraient toujours des représentations ou des symboles de la vie future, la pensée me vint qu'il en devait être de même de ceux des autres peuples de l'antiquité et particulièrement des Égyptiens, toujours occupés de l'autre vie, et je proposai au savant conservateur du département égyptien de notre Musée (M. Pierret) une interprétation des tableaux qui ornent les sépultures de Saqqarah et d'autres encore,

d'après laquelle il faudrait y voir des images du bonheur au delà du tombeau. Et tout récemment M. Mariette, revenant sur l'explication qu'il en avait donnée, vient de déclarer qu'à son avis il faut voir dans les scènes figurées sur les antiques *mastabas* de Saqqarah des peintures d'un monde idéal, région de félicité. Un an après la publication de mes recherches, M. Halévy avançait, dans un Mémoire lu à l'Académie des Inscriptions, que l'idée de l'immortalité avait tenu une grande place dans les croyances nationales chez tous les peuples de race sémitique. Dans le débat qui eut lieu alors sur cette question, les monuments figurés ne jouèrent aucun rôle; mais une circonstance que présente un des tombeaux phéniciens rapportés de Sidon et d'Aradus au Musée du Louvre par M. Renan, circonstance que m'a fait remarquer ce qu'offrent d'analogue les monuments funéraires de la Grèce et de l'Étrurie, me paraît de nature à fournir un argument nouveau à l'appui de la thèse de M. Halévy. Sur des vases grecs peints, on voit souvent des stèles funéraires ornées de bandelettes de pourpre et de petits flacons à parfums : ces flacons se retrouvent, aussi bien que des couronnes de fleurs, à la main des morts qui sont couchés, quelquefois endormis, sur les tombes étrusques. Remarquons encore que sur nombre de stèles égyptiennes et de stèles grecques et lyciennes des anciens temps les défunts sont figurés respirant le parfum d'une fleur. Or le flacon à parfums représente la même idée que la fleur odorante. Sur les tombes phéniciennes, les morts sont étendus sur le dos, les yeux ouverts pourtant, ce qui indique, si je ne me trompe, que dans le repos ils vivent encore, et l'un d'eux tient à la main le petit flacon à parfums des stèles grecques et des tombes étrusques. Je crois pouvoir signaler là un symbole de l'éternel bonheur.

On ne savait rien, il y a peu de temps encore, de ce que l'Assyrie avait pu croire d'une existence après la mort; maintenant nous ne connaissons pas seulement un poème assyrien, dont le sujet principal est la descente d'une déesse aux enfers à la recherche d'un mortel qu'elle vient en retirer : on a découvert tout récemment un bas-relief provenant de l'Assyrie, qui, suivant l'explication qu'en a donnée M. Clermont-Ganneau, représente le monde infernal. Tous les peuples, dit à cette occasion le savant que je viens de nommer, ainsi d'accord avec M. Halévy, tous les peuples durent avoir, avec leur théorie de l'immortalité, leur *livre des morts*. J'ose prédire que, lorsqu'on découvrira des décorations de sépultures assyriennes, on trouvera dans ces décorations, comme je viens d'en signaler dans celles d'un sarcophage phénicien, des symboles plus ou moins expressifs de vie et de félicité par delà le tombeau.

Maintenant, si les peuples avec lesquels les Grecs étaient dans des rapports continuels, et dont les idées et les mœurs exercèrent sur leurs idées et leurs mœurs une évidente influence, témoignèrent sur leurs sépultures, par les images dont ils les ornaient, qu'ils croyaient à une vie après cette vie, est-il bien vraisemblable que les Grecs fussent entièrement étrangers à un tel usage? Dans leur littérature, dès les plus anciens temps, la pensée de l'immortalité occupe une grande place. On la trouve fortement exprimée dans Homère : Achille, se disposant à brûler le corps de Patrocle, son ami, met sur le bûcher des armes, des vêtements, des prisonniers qu'il a égorgés, c'est-à-dire que, suivant une coutume qu'on retrouve chez presque tous les peuples à une époque correspondante de la civilisation, il place auprès du mort ce que celui-ci a le plus aimé ou qui peut servir le plus à sa satisfaction dans une nouvelle existence, analogue, d'ailleurs, à l'existence terrestre. L'*Odyssée* nous montre un monde où se meuvent des ombres semblables aux vivants, où elles ont à la vérité une existence précaire comme celle de ces autres ombres que renferme le *Schéol* ou enfer hébraïque, où pourtant un Tirésias conserve, comme aussi le Samuel de la Bible, la faculté de prévoir et d'annoncer l'avenir, où le chasseur Orion poursuit encore des bêtes fauves, où Hercule a encore l'arc en main et est encore redouté comme il l'était sur la terre. Hésiode, dont le temps fut sans doute peu éloigné de celui d'Homère, place les héros défunts dans un séjour de bonheur. Pindare dépeint ce séjour comme composé d'îles où l'on ne voit que fruits et fleurs d'or et dont les habitants se jouent dans des chœurs de danse et de musique. Antigone, dans Sophocle, exprime l'espérance qu'ayant rempli envers ses parents, sur leurs tombeaux, les devoirs de la piété filiale, elle sera bien accueillie d'eux dans l'autre monde. Dans une oraison funèbre de guerriers morts en combattant, composée, au dire de Platon, par Aspasie pour Périclès, qui était chargé de prononcer l'éloge de ces guerriers, on leur promet qu'ils seront accueillis dans les enfers par les héros qui les y auront précédés, et l'on nous assure que cette oraison funèbre était prononcée solennellement à des époques réglées. On avait institué pour les guerriers tombés à Marathon des honneurs divins. On célébrait encore au temps de Plutarque, en l'honneur des Grecs tués à la bataille de Platée, une fête solennelle avec des rites qui témoignaient que ces morts étaient considérés comme subsistant encore. C'était donc une croyance générale et publique que la croyance à l'immortalité. Elle se montrait chaque jour dans les cérémonies des funérailles. On lavait les morts, on les oignait d'huile parfumée, on les couronnait de fleurs

comme on faisait des vivants pour un banquet, et particulièrement pour le banquet solennel des Mystères, où l'on s'asseyait à la table des dieux. On les enveloppait, ces morts, de linceuls blancs ou pourpres : le blanc, couleur de la plus vive lumière, celle du Soleil quand il brille au zénith; le pourpre, couleur du Soleil vu à travers les vapeurs du levant et du couchant; aussi étaient-ce les couleurs principalement réservées aux dieux et aux rois. On pleurait les morts dans les maisons seulement : c'était, du moins, une prescription de Solon, prescription renouvelée par Platon dans ses *Lois*. Le convoi avait le caractère d'une marche triomphale. On appelait, en effet, les morts du nom de *bienheureux*. Le tombeau où on les portait était une demeure où tout devait exprimer la pensée qu'indiquait une telle expression. Le tombeau comprenait deux éléments essentiels, pour ainsi dire, déjà bien distingués par Homère : la tombe proprement dite, τύμβος, où l'on déposait le corps, et la stèle, ou colonne que l'on dressait au-dessus, en avant ou à côté, pour représenter certainement ce qui survivait du mort, soit qu'on l'appelât ombre, image ou âme. En effet, on ornait la stèle de bandelettes ou rubans; on y suspendait des couronnes et, comme je le disais tout à l'heure, des fioles à parfums; on l'oignait d'huile, on l'arrosait de libations, on déposait sur la partie supérieure des aliments. Tout cela s'adressait à l'être immortel que figurait la pierre. Souvent on y inscrivait son nom, et cela seul était déjà une sorte d'apothéose. Souvent aussi on imprimait à une partie de la stèle certaines formes qui rappelaient l'humanité, ou on la terminait par la figure d'une belle plante de végétation puissante, pour exprimer ainsi l'idée de la vie renaissant, plus forte, de la mort. Souvent, enfin, on orna la stèle de bas-reliefs. Comment croire que sur ces bas-reliefs, qui devaient naturellement rappeler le mort devenu un immortel, on ne figurât que des scènes de tristesse ou des tableaux de la vie passée ? Une circonstance a porté à les interpréter tout autrement : c'est que les attitudes, les airs de tête des personnages y ont souvent une apparence de mélancolie. Nombre de ces stèles funéraires, sur quelques-unes desquelles les attitudes et les airs de tête ont l'apparence que je viens de dire, offrent des personnages qui sont évidemment des membres d'une même famille, se tenant mutuellement la main. On a vu là les derniers adieux, et les tableaux dont il s'agit ont reçu dans l'Archéologie la dénomination aujourd'hui classique de *scènes d'adieux*. Cependant, sur ce bas-relief funéraire trouvé à Athènes, consacré à une jeune femme du nom de Myrrhine, et que j'ai publié, comme je le disais tout à l'heure, il y a cinq ans, on voit une morte que mène par la main Mercure, le dieu qu'on surnommait le *conducteur des âmes*. Évidemment il la mène au séjour éternel.

Devant elle est réunie sa famille, soit qu'elle se trouve avec elle dans le même séjour, comme je l'avais dit, soit plutôt qu'elle contemple, de la terre, la jeune femme qu'elle a perdue. En tout cas, le chef de cette famille élève la main en signe d'admiration. Quant à Myrrhine, loin qu'elle suive son guide comme à regret, ainsi que l'a prétendu dernièrement un savant archéologue d'outre-Rhin, il est évident, si l'on examine ses traits, qu'elle sourit.

Il est entré l'année dernière au Musée du Louvre une stèle funéraire provenant aussi d'Athènes, ornée de figures de grande dimension. L'une de ces figures est celle d'une femme assise; une autre, celle d'un personnage barbu, sans doute son mari, qui vient lui prendre la main. Or cette femme l'accueille en souriant. Il ne s'agit donc pas, dans ces deux monuments, de séparation, ni de derniers adieux. Le sourire des deux femmes est, à cet égard, une preuve décisive, et évidemment il doit nous servir à interpréter tout autrement qu'on n'a été à peu près unanime à le faire jusqu'au jour où j'ai fait connaître le monument de Myrrhine les nombreux tableaux appelés *scènes d'adieux* ou *de séparation*.

Qu'on examine maintenant de plus près ces mouvements, ces inclinaisons de tête où l'on a cru trouver de la tristesse : on devra reconnaître qu'il n'y faut voir autre chose que les signes par lesquels s'expriment volontiers les affections tendres, et, toutes les fois qu'il y est joint quelque expression par les traits du visage, ce qui a lieu dans un certain nombre de cas, lorsque les figures sont de dimensions assez grandes et le travail poussé assez loin, on trouvera que cette expression est celle de la tendresse et du bonheur. J'en produirai un troisième exemple : c'est celui de cette célèbre composition où l'on croit voir généralement Mercure séparant Eurydice d'avec Orphée pour la ramener aux enfers, composition connue par trois répétitions dont la plus belle et la plus ancienne appartient à notre Musée des antiques. En réalité, c'est un bas-relief funéraire où l'on doit voir Mercure amenant une épouse à son époux. Celui-ci porte une lyre, mais aussi un casque qui ne peut aucunement convenir à Orphée, le prêtre thrace à la longue robe, comme l'appelle Virgile. C'est bien plutôt un héros qui, selon l'idée que donnent les poètes anciens de l'existence des héros au delà du tombeau, tantôt combat encore, tantôt se délasse à jouer de la lyre. Volontiers je proposerais de voir dans celui que représente notre bas-relief Achille, qu'une intaille célèbre du Cabinet des antiques de notre Bibliothèque nationale représente au repos et jouant de la lyre. Suivant une tradition rapportée par quelques poètes, Achille avait été placé par les dieux, après sa mort, dans l'île de Leucé ou l'île blanche, c'est-à-dire couleur de lumière,

qu'ils avaient fait émerger du Pont-Euxin pour le recevoir après sa mort, et Hélène y était devenue son épouse. Je crois vraisemblable que le beau bas-relief qui nous occupe en ce moment représente Mercure amenant dans l'île de Leucé Hélène à Achille. Ce serait là une composition qui aurait été employée sur des sépultures pour représenter, dans un type emprunté à l'histoire des temps héroïques, l'union conjugale dans la vie future. La composition est celle-ci : l'épouse a été amenée par Mercure, comme Myrrhine, la main droite dans la main gauche du dieu; puis elle a dépassé le dieu d'un pas, sans quitter tout à fait sa main, pour poser la main gauche sur l'épaule droite du héros; celui-ci se tourne vers la femme qui vient de le toucher et élève la main pour saisir sa main. C'est le moment qui précède le serrement de mains figuré dans toutes les prétendues scènes de séparation. Or, dans l'exemplaire du Louvre, il est aisé de voir sur le visage des deux époux un sourire légèrement indiqué.

Ce n'est pas à dire que sur les bas-reliefs funéraires ne trouvent jamais place l'idée de la mort et de la séparation suprême et l'expression de la douleur. Quelquefois elles s'y rencontrent; mais c'est pour faire ressortir l'idée de l'autre vie et de l'immortalité bienheureuse. J'en remarque un exemple frappant dans un bas-relief provenant probablement d'Athènes, comme ceux dont je viens de vous entretenir, et où le principal sujet est une jeune femme placée sur un lit. D'autres femmes s'empressent à l'entour. En face d'elle est un vieillard, visiblement affligé, son père ou son mari. Mais elle, elle se soulève de son lit, et l'une de ses compagnes lui adresse de la main un geste d'évocation. Je ne crois pas me tromper en signalant dans ce tableau l'expression du retour à la vie, du passage de la mort à l'existence éternelle. Si le temps ne me faisait pas défaut, j'ajouterais à cet exemple d'une sorte de résurrection un exemple semblable que me fournit un vase peint, encore inédit, mais que je publierai prochainement, de notre Cabinet d'antiques.

Pour revenir aux *scènes d'adieux*, j'ai fait remarquer, dans mon travail d'autrefois sur le monument de Myrrhine, que dans ces scènes les attitudes et les mouvements des personnages qui se serrent la main n'indiquent aucunement qu'ils se séparent l'un de l'autre. Les artistes grecs ont bien su exprimer cette action sur ces vases où sont représentés soit Amphiaraüs quittant pour se rendre au siège de Thèbes sa femme Ériphyle, soit Néoptolème prenant congé, pour se rendre au siège de Troie, de sa mère Déidamie et de son aïeul Lycomède : pourquoi ne l'auraient-ils pas su faire dans les prétendues scènes d'adieux, s'ils avaient réellement voulu y montrer des personnes sur le point de se séparer? Dans ces

scènes, il y a ordinairement un personnage au repos, soit debout, et plus souvent assis, et un second qui, loin de se préparer à s'éloigner du premier, s'avance vers lui pour lui serrer la main. Il est clair par cela seul qu'il s'agit, non de séparation, mais de réunion. Sur un bas-relief de ce genre, deux personnages qui se prennent la main sont assis en face l'un de l'autre : c'est sans doute une manière de donner à entendre qu'ils sont dans le repos et réunis en un séjour de paix et de stabilité.

Les morts dans l'Élysée n'étaient pas seulement heureux : ils étaient, selon les Grecs, dans une condition semblable, à tous égards, à celle des dieux. Sur les stèles funéraires, cette pensée est souvent exprimée par le contraste de leur taille, plus élevée, avec celle des personnages encore vivants sur terre. Sur le monument de Myrrhine, par exemple, Myrrhine elle-même est de la même taille que Mercure; sa famille, qui la contemple, est de taille inférieure. C'est assez pour faire entendre que la jeune femme est devenue un être divin.

Sur quantité d'autres bas-reliefs funéraires, où l'on voit les défunts figurés soit sous les traits de tel ou tel dieu, soit en héros combattant ou simplement montés sur un cheval au galop, soit dans le repos, une coupe à la main, ou couchés devant une table servie, la présence d'autres personnages de plus petite taille, quelquefois même de dimensions très exiguës, sert à exprimer cette même idée qu'à la mort succède une existence analogue à celle qu'elle est venue terminer, mais d'ordre supérieur.

Une conséquence de tout ce que je viens de dire, c'est que dans les tableaux qui décorent les stèles funéraires des Grecs les principaux personnages, sinon tous, ne sont pas sur la terre, mais bien dans ce séjour de bonheur qu'on appelait l'Élysée. Les personnages secondaires appartenant à la famille, ou au moins à la maison des défunts, peuvent être considérés, surtout lorsqu'ils sont de taille inférieure à ceux-ci, comme étant encore placés sur la terre; les personnages principaux, les défunts, sont dans les enfers, dans les îles des bienheureux, dans le ciel, suivant les idées différentes qu'on se fit, surtout à différentes époques, du séjour des morts. Il en est alors de ces compositions comme de ces peintures du moyen âge et de la Renaissance où l'on voit d'une part une madone et des saints, de l'autre des dévots agenouillés devant eux, ceux-là appartenant à une région céleste, ceux-ci appartenant à la terre.

J'ajouterai que sur les bas-reliefs funéraires des Grecs, comme sur ceux des Égyptiens, les personnages appartenant encore à la terre font souvent de la main le geste qui signifie admiration ou adoration. Ces bas-reliefs sont ainsi tout à fait analogues à ceux qui sont consacrés à des dieux et où l'on voit, devant ceux-ci, des personnages qui les adorent, la main droite élevée vers eux, ou qui leur offrent un sacrifice. (*A suivre.*)

LE GYROSCOPE ÉLECTRO-MAGNÉTIQUE. Note de **M. W. de Fonvielle.**

Cette machine a pour but de démontrer d'une façon simple et rapide plusieurs propriétés nouvelles des courants d'induction. Elle se compose d'un cadre rectangulaire surmonté d'un aimant et d'une bobine d'induction à gros fil.

Si on lance les courants d'induction dans le cadre, tout solide symétrique en fer doux placé au sommet d'un axe vertical dans le champ magnétique se met à tourner. Le mouvement est si rapide, qu'il faut que le solide repose sur une chape en agate, comme une boussole.

La rapidité de la rotation est plus grande dans certaines régions du champ magnétique que dans d'autres, mais elle se produit à des distances très grandes relativement à la faiblesse extrême des forces électriques mises en jeu.

L'espace est partagé en régions dans lesquelles, toutes choses égales d'ailleurs, la rotation a lieu dans le même sens.

La forme et l'étendue de ces régions de l'espace paraissent susceptibles d'être déterminées expérimentalement.

Il y aura à le faire par le calcul quand les phénomènes auront été observés numériquement, ce qui demandera forcément quelque temps.

On peut dire que la rotation au-dessus ou au-dessous du cadre est inverse de ce qu'elle est dans l'intérieur;

Que deux pôles de noms contraires agissent en sens inverses dans les mêmes conditions;

Que l'action d'un pôle varie suivant qu'on le place à droite ou à gauche du pivot, mais qu'il lui est indifférent d'être placé en haut ou en bas;

Que la forme des solides expérimentés est indifférente, comme si l'action était moléculaire et si l'effort total était le résultat de la somme des efforts individuels conspirant pour produire le même effet;

Que le sens des courants d'induction influe sur le sens de la rotation;

Que les solides en acier trempé tournent très difficilement;

Qu'ils ne tournent plus du tout quand ils sont fortement aimantés;

Que la force des pôles influents doit être proportionnée à celle des courants d'induction.

Si l'on prend les courants trop forts, la rotation n'a plus lieu; si l'on emploie des aimants trop énergiques, le solide s'arrête rapidement. Mais en se tenant à une distance suffisante on peut mettre très facilement tous les phénomènes en évidence de la façon la plus nette, en présentant au solide influencé par les courants d'induction le pôle d'un électro-aimant.

On a pu remplacer le courant d'induction de la bobine à gros

fil qui a servi aux premières expériences par des courants interrompus et surtout par ceux qui proviennent d'une pile à haute tension; mais, jusqu'à présent, on n'a pas pu parvenir à faire tourner le mobile avec les courants d'induction provenant d'une machine Ruhmkorff ordinaire à fil fin. Mais en attachant un des pôles du cadre à chacun des côtés de l'interrupteur, j'ai obtenu la rotation.

Il semble que l'on puisse même se passer de la présence d'un centre attractif pour produire la rotation; mais les phénomènes, si nets lorsqu'on les exécute en présence d'un aimant, le sont beaucoup moins dans ce cas. Aussi paraît-il peu prudent de se contenter d'une théorie qui serait basée trop exclusivement sur leur considération.

Quand on fait passer le circuit d'induction dans deux cadres accouplés, les deux solides correspondant à chaque cadre tournent de la même manière que si chacun d'eux était isolé; on peut faire changer le sens de la rotation de chacun d'eux avec autant de facilité que s'il était isolé et à l'aide des mêmes procédés. Mais, si, sans rien changer à l'expérience, on enlève l'un des deux solides, on voit le mouvement de l'autre aller en s'accélérant avec rapidité; si l'on remplit le cadre ainsi disponible avec des lames de fer doux, on voit la rotation du solide conservé diminuer de rapidité. Ces deux derniers phénomènes sont beaucoup plus faciles à exécuter avec des courants faibles qu'avec des courants énergiques. Ce qui domine tous ces effets nouveaux, ce n'est pas tant la nécessité de mettre en jeu des forces énergiques que l'obligation de tenir compte de l'action de toutes les parties de l'appareil. Il en résulte que le nombre des combinaisons est presque aussi grand que celui des pions dans une partie d'échecs et qu'il devient douteux que ce nouveau principe soit susceptible d'applications dynamiques.

Les forces mises en jeu sont en réalité très minimes, et elles n'atteignent point un gramme-mètre dans la plupart des cas; mais elles sont susceptibles d'être mesurées avec précision. En outre, elles proviennent de réactions toutes nouvelles, quoique paraissant susceptibles d'être rattachées aux règles ordinaires de l'induction.

Pour les expliquer, il faut à toute force admettre que le mouvement des masses de fer agit sur les courants d'induction qui parcourent le champ magnétique. Ce genre d'induction pourrait être appelé *dynamo-électrique*, pour le distinguer de ceux qu'on a considérés jusqu'à présent.

Ces forces dynamo-électriques semblent même jouer un rôle dans l'économie du système du monde, si l'on admet que le Soleil soit un aimant puissant et que les corps célestes soient des masses conductrices parcourues par des courants d'induction.

L'origine de ces expériences, déjà fort nombreuses, est la rotation d'une aiguille de boussole, que m'a montrée M. Lontin. Mais, par une singularité dont l'histoire des sciences offre plus d'un exemple, je commence à croire que les phénomènes sont tout autres dans ce cas particulier que dans le cas général que cette expérience a mis en lumière.

Cet appareil peut être fait grossièrement dans tous les cabinets de physique à l'aide des instruments que les professeurs ont à leur disposition, mais j'ai fait construire par MM. Billaret et Mors des exemplaires soignés où les mouvements acquièrent en quelques secondes une remarquable rapidité.

L'électricité française tirera certainement parti de ce nouvel instrument, qui, quoique imparfaitement connu, fournit déjà un argument puissant pour défendre l'admirable théorie d'Ampère contre les attaques dont elle a été l'objet de l'autre côté du Rhin. Avoir trouvé des armes pour défendre ce grand homme est une si belle récompense, que je n'osais l'espérer.

Nouveaux régulateurs de l'arc voltaïque, a petite course; par M. Niaudet.

Le système de régulateurs à petite course que nous présentons aujourd'hui aux lecteurs du *Bulletin* est du genre Archereau, c'est-à-dire que le rapprochement et l'écart automatiques du charbon sont commandés directement par le mouvement d'un fer doux qui se meut dans l'âme d'un solénoïde, sous la double influence de l'attraction magnétique de la bobine, qui tend à écarter les pointes, et d'un effort antagoniste qui tend à les rapprocher. C'est par le procédé employé pour équilibrer l'action rapprochante avec l'attraction continuellement variable du solénoïde que le nouveau dispositif se distingue des divers types du même genre : lampes Gaiffe, Jaspar, etc.

Cet équilibre est obtenu ici au moyen d'une combinaison indiquée par M. Émile Reynier, combinaison qui se résout pratiquement dans l'emploi d'un ressort à boudin construit dans des conditions particulières et placé convenablement sous le fer du solénoïde.

Nous ne suivrons pas M. Reynier dans les considérations assez délicates qui l'ont guidé dans le choix et l'emploi de ce moyen. Disons seulement que le ressort est fait dans des conditions telles, que son diagramme de détente coïncide à peu près avec le diagramme d'attraction du solénoïde. Il en résulte que l'équilibre cherché entre les actions de rapprochement et d'écart est réalisé à tous les points de la course de la lampe quand le courant est d'intensité normale, et que toute variation d'intensité qui rompt cet équilibre occasionne un

mouvement du fer, lequel ramène aussitôt l'arc voltaïque à la longueur voulue, correspondant à l'équilibre du système.

Un solénoïde, un fer doux et un ressort à boudin constituent donc la partie essentielle des deux lampes que nous représentons ici. Le porte-charbon supérieur, immobile, est rattaché au corps du solénoïde au moyen d'une double équerre; le

Fig. 1.

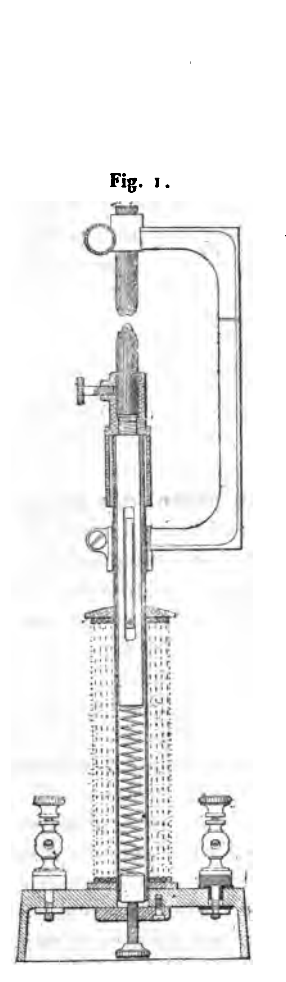
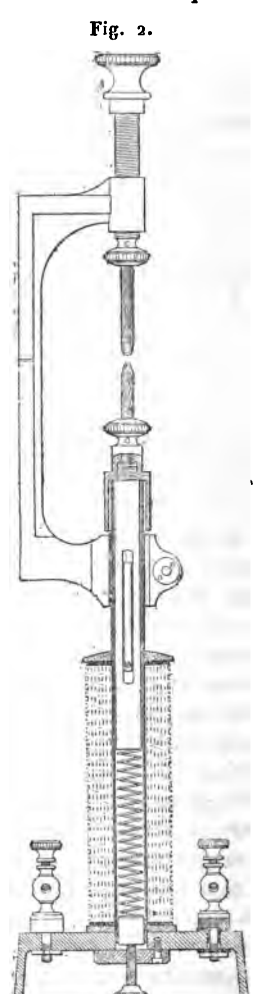


Fig. 2.



porte-charbon inférieur est monté sur le fer doux et suit ses mouvements.

La lampe (*fig.* 1) est un appareil de secours, destiné à servir de doublure à un régulateur ordinaire. Au moyen d'un dispositif accessoire, que nous ne pouvons décrire ici, cette lampe de secours se met en marche automatiquement dès que le régu-

lateur principal manque de charbon et fonctionne pendant vingt minutes, ce qui permet de regarnir la première lampe sans que l'éclairage soit interrompu.

La lampe (*fig.* 2) est un modèle de laboratoire, spécialement destiné aux projections; il porte des charbons de moindre section, et sa bobine est enroulée de fil moins gros, en vue d'un courant de médiocre intensité.

Le charbon inférieur progressant seul, le point lumineux s'élève continuellement. Au moyen d'un petit mouvement d'avance qu'on donne de temps à autre au charbon supérieur, en tournant la vis qui supporte le porte-charbon, on ramène la lumière à la hauteur convenable. Pendant la remise au point, le porte-charbon inférieur chemine automatiquement, de manière à maintenir constante la longueur de l'arc voltaïque.

Cette petite lampe, simple et d'un maniement facile, fonctionne régulièrement pendant trois quarts d'heure. Elle trouvera sa place dans beaucoup de laboratoires qui ne peuvent acquérir les régulateurs plus complets, mais plus coûteux, de Duboscq et de Serrin.

M. **F. Zurcher**, capitaine du port de Toulon, a communiqué au journal *la Nature* la Note suivante, sur des bolides observés le 29 février et le 8 mars 1880.

Le 29 février dernier, à 11^h30^m du matin, des détonations très fortes se sont fait entendre dans l'atmosphère aux environs de Toulon. D'après l'ensemble des informations prises sur la côte, depuis la Ciotat jusqu'à Saint-Tropez, elles ressemblaient à des éclats de tonnerre ou à des décharges de grosse artillerie, dans lesquelles les coups se succédaient de plus en plus rapidement. Les témoignages recueillis montrent que ce phénomène, qui a effrayé beaucoup de monde, était dû à la chute d'un aérolithe. A bord d'un bâtiment mouillé en rade d'Hyères, on a remarqué que le bruit coïncidait avec la présence dans l'air, du côté de l'ouest, d'un assez gros nuage blanchâtre. A Carqueyranne, près d'Hyères, le météore a été observé d'une manière plus précise. Les personnes descendant, au sortir de la messe, de l'église vers le village aperçurent devant elles, sur le ciel clair, un nuage très allongé, parallèle à l'horizon. Au moment des plus fortes détonations, une trace vaporeuse descendit à peu près du zénith, perpendiculairement à ce nuage, avec lequel elle forma pendant quelque temps une sorte de croix. S'il faut en croire des pêcheurs, qui, dit-on, auraient aussi aperçu l'aérolithe, il paraissait avoir dans l'atmosphère des dimensions considérables. Nous regrettons de n'avoir pu obtenir, dans notre excursion sur la côte, des relations suffisamment exactes pour déterminer

le point d'immersion. Avec les moyens d'exploration actuellement en usage, il serait peut-être possible de retrouver l'aérolithe dans la baie de Carqueyranne.

Le 8 mars, nous avons aperçu, vers $8^h 30^m$ du soir, un magnifique bolide, ayant à peu près le quart du diamètre de la Lune et produisant une illumination telle que les corps projetaient très visiblement leur ombre. Il avait une couleur bleuâtre, et sa trajectoire, commençant près de l'étoile Procyon, traversait la constellation de l'Hydre dans toute sa longueur. Deux pêcheurs qui se trouvaient dans un bateau près du rivage ont pu suivre le météore jusqu'auprès de l'horizon. Il présentait alors, suivant eux, une apparence déjà signalée par M. J. Schmidt, directeur de l'Observatoire d'Athènes. Le gros disque s'était divisé en deux plus petits, de couleur jaune, qui disparurent en éclatant près de la mer, laissant tomber de grosses flammèches rougeâtres. Le phénomène n'était accompagné d'aucun bruit.

Pierres cassées du Sahara ; par M. **J. Brun**. Communication faite à la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève.

Le désert saharien offre trois niveaux principaux. D'abord des plateaux s'élevant de 10^m environ au-dessus du niveau moyen. Leur surface est un mélange de cailloux mêlés de sable fin. Plaines brûlées, arides, absolument sans eau et sans végétation; leur nudité, leur solitude et leur aspect désolé effrayent celui qui les pénètre. Elles sont inhabitées et inhabitables. Ce sont les *Hamada*. C'est là que se remarque le phénomène des cailloux cassés.

Le deuxième niveau comprend les plaines sablonneuses, la région des dunes. C'est là qu'on trouve l'eau sous-jacente, c'est là que sont les oasis, et ces espaces, quoique souvent décrits comme désolés, sont bien loin d'être aussi dénudés et sans vie que les Hamada.

Comme troisième et dernier niveau inférieur, il y a les Schott (lacs) ou Sebkha, bas-fonds couverts d'eau l'hiver, mais ne représentant l'été que des plaines sans fin, mélange de sel et d'un limon argileux parfaitement plat et sec et sans un seul caillou. Là aussi toute vie disparaît.

Si l'explorateur pénètre dans ces Hamada, une chose l'étonne : c'est la grande quantité de pierres qui semblent y avoir été cassées par la main de l'homme. A côté de blocs d'albâtre dressés et offrant leurs sommets brisés et *à arêtes vives*, se trouvent aussi des silex roulés très durs et cassés. Vus à distance, ces silex semblent fendus par le violent choc d'un autre corps très dur; mais, vus de près, on n'aperçoit nulle part,

à leur surface, un point qu'on puisse prendre pour le centre d'un choc, comme par exemple, lorsqu'on brise un caillou avec un marteau. Ailleurs c'est la roche gypseuse (ressemblant à du calcaire) qui est polie par les sables mouvants à ras du sol. Dénudée et toute fissurée et craquelée, elle semble avoir subi la même opération que fait le tailleur de pierres pour fendre le granit de nos blocs erratiques, opération répétée en tous sens. Tous ceux qui ont vu les vastes étendues du désert y ont remarqué ce phénomène, mais je n'ai encore lu là-dessus aucune explication plausible.

La cause qui brise est locale. Elle attaque les petites comme les grosses pierres ; elle casse aussi bien les plus tendres que les plus dures, les morceaux de quartz pur roulés et polis comme les roches agglomérées et cristallines.

Est-ce l'homme marchant en caravane ou à cheval qui a pu les briser ? Non. Je n'ai pas vu nos chevaux casser un seul silex roulé.

M. le général Lacroix, gouverneur, en 1873, de la province de Constantine, et qui a toujours aimé et protégé le naturaliste, avait eu la bonté de m'organiser une expédition pour explorer (avec mon ami M. Gouy, de Genève) précisément une partie du Sahara non encore visitée : c'est la région qui s'étend entre l'oasis Sidi-Khaleb jusqu'à Zioua, à l'ouest de Temacinn. Elle est en dehors des routes de caravanes, qui n'y trouveraient ni eau ni oasis; l'Arabe nomade n'y pénètre pour ainsi dire jamais,et cependant c'est là que le fait des cailloux cassés a été à nos yeux le plus constant. Abel-Kaïd, notre spahis guide, nous disait : « Quand même vous feriez trembler ce sol sous le galop de cent mille cavaliers, vous n'y trouveriez pas autant de pierres cassées. » A droite, à gauche et en travers de cette immense Hamada s'arc-boutent des plaines sablonneuses ondulant dans le sens de la partie déclive des thalwegs, où se trouve un peu d'herbe. Là seulement l'Arabe arrive avec ses troupeaux demoutons à de rares intervalles; mais là justement les cailloux cassés cessent.

Sont-ce de violentes décharges électriques rasant le sol ou de grosses gouttes de pluie tombant (les jours de simoun sur les pierres calcinées au soleil qui sont la force brisante)? Non. On verrait le même fait se reproduire ailleurs.

Voici l'explication que je crois pouvoir donner. J'ai fait d'abord l'analyse chimique du sable saharien. C'est un mélange de quartz, d'albâtre et de marne avec des traces de sel. Les sables des Hamada ne diffèrent pas sensiblement des sables des dunes. Les vents les rendent assez homogènes. Le sable analysé a été récolté çà et là sur un espace de cent vingt lieues (entre Oued-Djelah, Temacinn, Tuggurt et Biskra), puis mêlé. Il variait du fauve roux au blanc jaunâtre. Il contenait :

Matière organique, 0,770; sulfate de peroxyde de fer, 0,949; sulfate d'alumine, 0,535; sulfate de chaux hydraté, 19,843; silice pure, 72,86; alumine insoluble, 3,060; carbonate de chaux, 1,070; carbonate de magnésie, 0,700. Total : 99,787.

Sous l'influence des rayons solaires, les grains de quartz transparents y fonctionnent comme de petites lentilles à brûler placées sur les fragments d'albâtre. Elles le déshydratent, soit superficiellement, soit plus profondément (ce fait se constate facilement). Le vent chasse ce sable et ces poussières mêlées d'albâtre déshydraté; les roches et les silex en sont enveloppés. La partie pulvérulente la plus subtile se loge dans les moindres anfractuosités, et par les fortes rosées de la nuit l'eau pénètre par capillarité ces fissures, hydrate de sulfate de chaux, le *gâche* et le dilate. La présence du sulfate d'alumine donne à ces parcelles dilatées, à ce *stuc*, une grande dureté. Les fentes les plus minimes augmentent. Puis dans l'espace dilaté viennent de nouvelles parcelles d'albâtre anhydre qui s'hydratent et se dilatent à nouveau, et l'œuvre commencée continue sans cesse. Ce qu'un jour ne fait pas, des siècles peuvent le faire. Rien ne résiste à cette force disloquante mille fois répétée. Nous avons trouvé des cailloux dont les deux moitiés séparées étaient encore placées face à face avec des bords tranchants, restant ainsi jusqu'à ce que vienne un violent coup de vent qui roule au loin sable et cailloux, disloque les deux moitiés et en use les bords.

La poussière saharienne est si ténue, qu'elle pénètre même dans les montres deux fois enveloppées. L'albâtre se déshydrate déjà à 200° et même au-dessous si l'action dure longtemps. La présence du sulfate de soude, que certains sables près des chotts contiennent, loin de gêner, facilite la dilatation du gypse avec l'eau. On peut même reconnaître si les ardoises servant pour les toitures seront gélives ou non en les trempant dans une solution concentrée chaude de ce sel et les laissant sécher. La tendance de ce sulfate à cristalliser en s'hydratant agit comme le gel et le dégel. Les rosées au désert sont si fortes, que dans bien des endroits les troupeaux de moutons n'ont pas d'autre eau que cette rosée adhérente à l'herbe.

En 1878, j'ai traversé le Maroc de l'Atlantique à la Méditerranée. On retrouve là aussi, entre l'Atlas et la plage océanique, des plaines fort semblables à celles du Sahara : dunes de sables, vastes étendues couvertes de cailloux et de silex roulés, et grands coups de vent; mais pas de pierres brisées. C'est que là il n'y a pas d'albâtre ni de sulfate d'alumine. Je dois même dire que c'est l'observation de ce fait qui m'a conduit à me rendre ainsi compte du phénomène que je viens d'exposer.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

---

16 MAI 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 7.

Médailles décernées par l'Association scientifique à des officiers de marine et à un instituteur, pour leurs observations météorologiques.

Le Conseil de l'Association scientifique, pour témoigner de l'intérêt qu'il porte aux travaux météorologiques, a décidé que des médailles seraient accordées, à titre de récompense, aux observateurs dont les noms suivent :

Une médaille de vermeil à M. le lieutenant **Pouvreau**, officier chargé du service des montres à bord du transatlantique *la France*, desservant la ligne du Havre à New-York. Indépendamment de sa participation aux observations simultanées qu'il recueille avec beaucoup de soin, M. Pouvreau a communiqué au Bureau central météorologique plusieurs Notes sur divers phénomènes qu'il a été à même d'observer pendant ses voyages. Une de ces Notes est relative à une trombe en mer; une autre se rapporte à l'effet produit par le feu Saint-Elme sur le téléphone. Ces deux Notices ont été publiées dans le *Bulletin hebdomadaire* du 2 mai. M. Pouvreau a fait en outre, pendant ses traversées, l'étude expérimentale d'un nouvel abri pour l'installation des thermomètres à bord des navires.

Une médaille de vermeil à M. **Benoît**, premier lieutenant à bord du *Yang-Tsé*, paquebot de la compagnie des Messageries maritimes desservant la ligne de Marseille à Shang-haï. M. Benoît a pris part avec beaucoup de zèle aux observations météorologiques depuis quelques années. On lui doit plusieurs Notices, dont une sur une trombe de sable observée au mouillage d'Aden le 16 juillet 1878.

Une médaille de vermeil à M. **Vidal**, instituteur à Fraisse (Hérault). M. Vidal fait depuis longtemps à Fraisse des observations météorologiques qui sont particulièrement intéressantes, à cause de l'altitude de la station, située à 960^{m} au-dessus du niveau de la mer. Dans ces conditions, il est souvent pénible

d'observer pendant l'hiver, mais le zèle de M. Vidal ne s'est pas démenti depuis près de quinze années. Ses connaissances variées dans les sciences naturelles lui ont permis de rendre des services nombreux et très appréciés aux personnes qui ont fait des excursions scientifiques dans la région qu'il habite.

Une médaille de vermeil à M. **Corenwinder**, capitaine au long cours commandant le voilier *Grenadier*, du port de Dunkerque. M. Corenwinder est le premier capitaine de Dunkerque qui ait prêté son concours au Bureau central; ses observations ont été faites avec beaucoup de soin; elles sont accompagnées de Notes nombreuses et d'un grand intérêt.

CONFÉRENCES DE L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE A LA SORBONNE.

Sur les monuments funéraires des Grecs; par M. **Félix Ravaisson**, Membre de l'Institut [suite (1)].

La théorie que je viens de vous exposer sommairement, contredisant les idées reçues et sur les scènes dites d'adieux et sur les bas-reliefs funéraires des Grecs en général, a trouvé, lorsque je l'ai produite, un accueil peu favorable, au moins dans le pays où l'Archéologie est cultivée aujourd'hui sur la plus grande échelle, je veux dire chez nos voisins d'au delà du Rhin. Cependant un antiquaire allemand (M. Milchhoefer) vient d'être conduit, par l'étude de nombreux monuments du Péloponèse, à adopter, au moins en partie, pour l'explication des bas-reliefs funéraires, les idées que j'avais proposées, et d'autres archéologues de marque se montrent enclins, après lui, à s'en rapprocher. Je crois pouvoir sans témérité annoncer que le moment est proche où les opinions que j'ai cru devoir combattre ne compteront plus guère de partisans.

L'interprétation des bas-reliefs funéraires grecs une fois établie, j'ose dire qu'il en sortira, pour l'Archéologie, des conséquences nombreuses et de portée considérable.

D'abord, les bas-reliefs funéraires des Romains, de ce peuple dont les croyances religieuses furent, pour l'essentiel, les mêmes que celles du peuple grec, s'expliqueront de la même manière que les bas-reliefs funéraires des Grecs. L'Allemagne savante a entrepris deux grandes publications dont elle réunit les matériaux depuis plusieurs années, celle des stèles funéraires grecques et celle des sarcophages qui appartiennent généralement à l'époque qu'on appelle *romaine*. J'ose avancer, et je me propose d'établir prochainement par quelques

---

(1) *Voir* le *Bulletin* n° 6.

exemples, que les monuments de la deuxième série s'expliqueront, quand on les étudiera de près et en les comparant les uns aux autres, par le même principe général dont je me suis servi pour expliquer les monuments de la première.

En second lieu, il existe bien d'autres monuments funéraires, reconnus de tous pour tels, que les bas-reliefs des stèles et des sarcophages, à savoir des statues et bustes, des vases, des peintures murales, etc.; ces monuments devront évidemment être interprétés d'après les mêmes idées que les bas-reliefs.

En troisième lieu, bien d'autres monuments subsistent de l'antiquité qu'on n'a pas encore rangés parmi ceux qui étaient consacrés aux morts, et que la théorie même que je vous ai exposée enseignera à placer dans cette classe. Tels sont de nombreux bas-reliefs où l'on a vu jusqu'à présent soit des images de divinités proprement dites (comme ceux qui représentent un homme à cheval, ou un homme assis, une coupe ou une fleur à la main), soit au contraire des sujets de genre, comme on dit aujourd'hui, et dans lesquels, une fois éclairé sur la variété des formes sous lesquelles l'antiquité se plut à représenter la vie bienheureuse, on reconnaîtra aisément des échantillons de ces sortes de représentations. Je me bornerai ici à citer en exemple cette belle composition dont on connaît plusieurs reproductions, et dans laquelle on a cru trouver Bacchus recevant l'hospitalité chez l'Athénien Icarius. Dans cette composition, on voit à gauche deux jeunes époux sur un lit, devant une table servie : c'est le tableau qu'offrent les bas-reliefs, si nombreux, que la plupart des savants ont appelés des *repas funèbres*, parce qu'ils y voyaient des figures des repas que devaient offrir aux morts les survivants, et où d'autres veulent voir de simples *repas de famille* pendant la vie, mais qu'il faut comprendre, ainsi que j'ai tâché de le prouver, comme des banquets élyséens. A droite de notre bas-relief, Bacchus arrive, suivi de son cortège ordinaire, formé de Silène, de satyres et de ménades; un jeune satyre lui dénoue sa chaussure; le dieu va prendre place à la table des époux; le mari élève la main droite en signe d'admiration; la femme regarde, attentive, le menton appuyé sur sa main. La visite qu'ils reçoivent ést évidemment un honneur qui leur est fait à l'improviste. Nous pouvons maintenant donner de tout le tableau une explication qui, en le faisant rentrer dans la classe si nombreuse des monuments funéraires, fait comprendre du même coup pourquoi il a dû en exister de nombreuses reproductions.

Bacchus était souvent considéré comme le souverain de l'empire des bienheureux; cet empire est appelé quelque part *le Jardin*. L'auteur du bas-relief a voulu représenter

deux bienheureux habitants des demeures éternelles, dont le dieu, prince de ces demeures, vient partager le repas. J'ajoute que dans ces bienheureux je verrais volontiers encore, comme dans les personnages d'un bas-relief que j'expliquais tout à l'heure, Achille et Hélène. On disait que les dieux venaient quelquefois visiter Achille et Hélène dans l'île mystérieuse qui avait été créée pour eux. On voit dans nos musées des bas-reliefs qui représentent des danseuses, les mains enlacées, dans des attitudes pleines de grâce, ou encore des danses de satyres et de ménades : ce sont vraisemblablement des frises détachées de tombeaux et qui représentent les passe-temps de l'Élysée. Il en est de même d'autres bas-reliefs qui représentent des scènes de la vie rurale et pastorale, scènes qui se retrouvent souvent sur des sarcophages de l'époque romaine : selon toute apparence, ce sont des figures de la félicité élyséenne.

Dans le nombre des monuments dont l'origine funéraire est reconnue, mais dont la signification est encore controversée, on ne peut oublier ces figurines en terre cuite qui sont sorties en si grande abondance des tombes de l'Asie Mineure, de l'Italie méridionale, de la Cyrénaïque et tout récemment de Tanagra, en Béotie. Parmi les savants qui s'en sont occupés, les uns y voient surtout des divinités infernales, et c'est ce que furent sans doute la plupart des plus anciennes; les autres n'y voient guère que des objets de pure fantaisie, mis avec les morts, avec leurs vêtements, leurs armes, leurs vases, leurs joyaux, parce qu'ils avaient fait partie, pendant leur vie, des ornements de prédilection de leurs maisons. Si l'on remarque, comme en effet on l'a remarqué souvent, que ces figurines représentent surtout des jeunes gens et des enfants, que la grâce et l'enjouement en sont le caractère le plus ordinaire, qu'un grand nombre d'autres offrent des caricatures qui ne semblent faites que pour égayer, si l'on rapproche ces objets des compositions qui décorent les vases placés dans les tombeaux aux époques les plus récentes, et où dominent les sujets de nature gracieuse, on arrivera bientôt à interpréter les figurines dont il s'agit, conformément à l'esprit de la théorie que j'ai proposée, comme représentant une sorte de cortège, ou, comme on disait en parlant de l'entourage habituel de Bacchus, de *thiase*, qui devait contribuer aux délices de la vie élyséenne.

Je viens de mentionner les vases peints : auprès des figurines en terre cuite il faudra placer, en effet, pour leur étendre notre théorie, la plus grande partie de ces vases ornés de peintures qui sont sortis, en nombre si considérable, des tombes de l'Italie et de la Grèce. On expliquait surtout, jusqu'à ce jour, par la Mythologie les sujets si divers dont

ils sont décorés, sans essayer de les mettre en rapport avec la nature des monuments où on les avait trouvés ou sans y réussir. On reconnaîtra de plus en plus, si je ne me trompe, que ces sujets, empruntés en effet, la plupart du temps, à la Mythologie, sont, parmi tous ceux qu'elle peut offrir, ceux-là seuls ou presque seuls qui peuvent fournir des expressions soit de la félicité future, et telles sont les compositions où jouent le principal rôle Bacchus et Apollon, qui présidaient à la vie élyséenne, soit des travaux au prix desquels on y arrive, et telles sont les compositiens où sont figurés les épreuves et les exploits d'Achille, d'Ulysse, de Thésée, surtout du prince des héros, c'est-à-dire d'Hercule.

Les vases peints, comme les figurines de terre cuite, au moins pour la plupart, étaient certainement fabriqués tout exprès pour être placés dans les tombes. On en pourrait fournir bien des preuves. C'étaient, la plupart du temps, des objets essentiellement symboliques, destinés à figurer les choses similaires qui étaient supposées devoir servir aux morts dans leur nouvelle existence, et dès lors il était naturel qu'on cherchât, pour les décorer, les sujets qui se rapportaient le mieux aux idées qu'enveloppait l'idée de la vie future.

Enfin, après avoir embrassé, avec tous les monuments funéraires, tous les objets si divers qui en faisaient partie ou qui y étaient contenus, les vues que je vous ai proposées devront être étendues encore à une infinité de produits divers de l'art pratique. Les murs des édifices d'Herculanum et de Pompéi étaient décorés de tableaux d'aspect plus ou moins fantastique, entre lesquels je ne vois pas qu'on ait encore rien aperçu de commun qui puisse servir à les coordonner sous une même idée générale. Mais, si l'on y remarque ces représentations si nombreuses, qui en font partie, d'édifices d'une légèreté qui n'a rien de terrestre et d'un caractère pour ainsi dire aérien, ainsi que de paysages étranges qui nous montrent, comme la plupart des ouvrages de l'art chinois, un monde de merveilles telles qu'on n'en voit qu'en rêve, on arrivera, je pense, à cette idée que je vous propose, que ce sont des images ou des symboles d'un monde tout divin. Ces représentations, trouvées d'abord, au XVI[e] siècle, dans les *grottes* des Thermes de Rome, et où Raphaël et ses élèves prirent les types des compositions appelées, par suite, des *grotesques* (on dit plutôt aujourd'hui *arabesques*) dont ils ornèrent le Vatican, ce sont, si je ne me trompe, des figures d'un monde imaginaire, qui ont pour raison d'être l'idée d'une existence analogue à celle qui est le lot des habitants de la terre et en même temps supérieure. Ce grand nombre d'œuvres de l'art antique, où l'on n'a guère vu que les productions arbitraires d'un caprice sans aucune règle, il faudra donc dorénavant les expliquer comme des formes

variées sous lesquelles l'imagination se plut jadis à figurer la conception, qui la dominait, d'un ordre de choses tout à la fois semblable à celui où nous vivons et plus excellent.

J'ajouterai que cette conception me paraît devoir être considérée comme la clef de l'art grec.

Si l'art grec s'est élevé si haut, c'est, disent les uns, qu'il a su voir comme elle est la nature, que ne voyait qu'imparfaitement un Assyrien ou un Égyptien; c'est, disent d'autres, qu'il a su concevoir un idéal sur le modèle duquel il a réformé le réel.

La vérité est, à ce qu'il me semble, que, si la religion grecque consiste surtout à concevoir la divinité comme semblable en même temps que supérieure à l'homme et comme un type dont l'humanité, qui est la plus haute partie de la nature, nous suggère seule la pensée, l'art grec, semblablement, sortit de la conception, analogue à celle des *nombres* du pythagorisme et des *idées* de Platon, d'exemplaires plus parfaits de tout ce que nous voyons, exemplaires que, pourtant, ce que nous voyons nous porte seul à concevoir.

Un moyen d'inventer, disait Léonard de Vinci, est de regarder des choses confuses : l'esprit en dégage des formes et des mouvements dont, à lui seul, il ne se serait peut-être jamais avisé. La nature, que Platon définit quelquefois un mélange d'idées, fut pour l'imagination grecque cette chose confuse par laquelle se révèle à l'esprit un ordre de choses supérieur dont la conscience dormait en lui, et ce fut cet ordre de choses, toujours présent dès lors à l'imagination, qui fut le perpétuel et, pour ainsi dire, unique objet de l'art.

Les anciens se figuraient généralement la terre comme une masse obscure et opaque, baignant dans une atmosphère de figure analogue, mais qui était toute transparence et toute lumière. Telle à peu près fut la pensée qui inspira l'art grec, pensée dont l'expression fut naturellement l'objet spécial des tableaux dont il décora les stèles funéraires, mais qu'exprimèrent invariablement, quoique à des degrés divers de force et de clarté, toutes ses productions.

Un antiquaire italien d'il y a deux siècles (Bellori) disait: « Les anciens figurèrent toujours sur leurs sépultures l'immortalité. » On peut dire plus : l'immortalité, ou la vie divine, fut l'unique sujet que traita partout, sans se lasser jamais, l'art antique.

Si ce fut une pensée commune à toute l'antiquité qu'il existe au-dessus du monde réel un monde idéal et divin qui est et l'origine et la fin, on peut se demander pourquoi l'art grec fut supérieur à celui des autres nations, si supérieur, qu'il fut peut-être, à vrai dire, le seul art. C'est, si je ne me trompe, que les Grecs virent, ou seuls ou au moins mieux

que les autres peuples, que le monde divin, c'est en définitive le monde de l'esprit, et prirent pour premier principe ce qui est la partie la plus haute de l'esprit même. La philosophie, et l'on peut dire aussi la religion grecque, eut pour inspiration générale et constante cette pensée énoncée au siècle le plus brillant de la Grèce par le maître de Périclès, que le principe du monde est l'intelligence. A l'origine même de la Philosophie, cette autre pensée s'était produite dont le développement devait porter un jour l'esprit au delà de l'horizon même, pourtant si vaste, qui fut celui de la Grèce, que le premier principe était ce en quoi la spéculation moderne trouve, en effet, la raison de l'intelligence elle-même, c'est-à-dire ce fond de la volonté qui est l'amour (1). Dès le temps des Hésiode et des Phérécyde, l'idée apparaît, en effet, que tout a été tiré de l'abîme initial par l'amour, et c'est par cette idée que s'explique, comme je l'ai exposé ailleurs (2), ce que l'art grec eut de plus particulier et de plus éminent. Chez les autres peuples, que les Grecs enveloppèrent sous la dénomination commune de Barbares, dominait, dans la conception des principes des choses, l'idée de la puissance, à laquelle se joignait plus ou moins celle de l'intelligence; il en fut de même, naturellement, dans leur art. L'idée de l'amour révéla de bonne heure au génie hellénique la grâce, qui en est la naturelle expression, et, par la grâce, la beauté. Par suite, le génie hellénique comprit tout d'abord qu'il y avait dans la beauté quelque chose qui dépasse la région même de l'intelligence. Un artiste dit à Socrate dans les *Mémoires* de Xénophon : « Il y a dans notre art bien des choses que l'homme peut apprendre; mais le meilleur, les dieux s'en sont réservé le secret (3). » Ce meilleur, c'était, en effet, ce que Léonard de Vinci appelle souvent *le divin*, et qu'il signale surtout avec cette qualification dans les mouvements par lesquels se révèle ce qu'il y a de vraiment divin dans l'âme, et ces mouvements sont ceux où réside la grâce. Citons encore ici un mot d'un autre grand artiste (Rubens) : « La grâce est dans l'art ce qu'est la foi dans la religion », c'est-à-dire, sans doute, qu'elle est le fond et la source. Maintenant, les objets que comprenait cette région divine, à laquelle on parvenait ou plutôt à laquelle on revenait par la mort, dépassant la sphère humaine, qui est celle de l'intelligence, l'antiquité pensa toujours, quoique d'une manière confuse, que le monde divin ne pouvait être conçu que comme quelque chose d'analogue aux visions qui remplissent nos

(1) Voir *la Philosophie en France au* XIXe *siècle* (Hachette, 1868, in-8°).
(2) *Dictionnaire de pédagogie et d'instruction primaire* (Hachette, 1880, in-8°), article Dessin, 1re Partie.
(3) Chipiez, *Histoire des ordres grecs* (fin).

songes. Dans Homère déjà, le Sommeil et la Mort sont des frères. Polygnote les représente réunis sur le sein de la Nuit, leur mère, et souvent, comme l'a remarqué Lessing dans sa célèbre dissertation « sur la manière dont les anciens représentèrent la mort », ce fut sous les traits d'un Génie du sommeil qu'ils se plurent à représenter la mort. Et ce ne fut pas, comme l'a dit Lessing, un euphémisme, ou manière de voiler une pensée pénible : ils voulurent certainement, en substituant ainsi le sommeil à la mort, faire entendre et que la mort n'était que sommeil, c'est-à-dire interruption, suspension de la vie, qui n'exclut aucunement une vie nouvelle, mais qui, au contraire, la prépare, et aussi que cette vie nouvelle à laquelle introduisait le sommeil, rien n'en pouvait donner mieux l'idée que l'état même où entre le meilleur de nous, qui est l'esprit, tandis que le corps repose, c'est-à-dire le rêve.

A mesure qu'on descend dans l'antiquité, à partir du siècle (le cinquième avant J.-C.) où l'on représentait, à Athènes, sur des vases peints, la Mort et le Sommeil portant dans leurs bras un jeune homme ou une jeune femme qui semblent endormis, on voit se multiplier, soit en Grèce, soit en Italie, les représentations des morts dans un sommeil où ils semblent rêver. Tels sont ces bas-reliefs que j'ai expliqués dans une séance de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, et où l'on voit un jeune homme assis, mais les yeux fermés, sur un promontoire, au bord de l'océan qui baigne l'éternel séjour. Le Musée du Louvre possède une statue que répètent, avec peu de différence, des génies qu'on voit souvent sur des bas-reliefs funéraires. Cette statue est celle d'un jeune homme à longue chevelure, appuyé au tronc d'un arbre, une jambe croisée sur l'autre en signe de repos, les deux bras croisés au-dessus de la tête, et la tête doucement inclinée. On l'a toujours appelé le Génie du repos éternel, et cette dénomination, en effet, lui convient. Mais ce jeune homme est couronné de roses; sa longue chevelure est celle de l'Amour dans la célèbre statue de ce dieu qui a été trouvée à Centorelle; les traits, les proportions sont semblables. L'arbre auquel il est appuyé est un figuier, symbole ordinaire d'abondance. Un doux sourire erre sur ses lèvres. La statue du Louvre réunit donc les éléments qui, avec le temps, devinrent dominants dans les représentations de la mort et de l'immortalité; ce Génie du repos éternel, c'est l'Amour sous un arbre du jardin divin, au repos, dans une sorte de rêve.

Pindare avait dit : « L'homme est le rêve d'une ombre. » La statue du Louvre dit : la vie future de l'homme, la vie idéale et définitive, c'est un rêve, et tel que peuvent être les rêves de la divinité, laquelle, bien comprise, se résout dans l'amour.

A une époque plus récente encore que celle à laquelle appartient l'Amour au repos du Musée du Louvre, un groupe vient se placer souvent sur les monuments funéraires : c'est celui que forment l'Amour et Psyché qui s'embrassent. Un pas a été fait alors dans cette philosophie de l'amour, qui occupa tant, après les Hésiode et les Phérécyde, les plus grands entre les penseurs grecs, et de laquelle se ressentit tout l'art hellénique. On en est venu à cette idée que la divinité ne se communique pas seulement à l'humanité comme la lumière céleste se communique à la terre, mais qu'elle l'aime et que, pour la rapprocher d'elle, elle lui impose des supplices purificateurs qu'elle souffre en même temps de lui imposer. Voyez, parmi les monuments divers, qu'a récemment réunis M. Collignon, de la légende de Psyché, ou l'âme, et de l'Amour, ceux où l'on voit ce dieu brûlant à son flambeau le papillon qui figure Psyché et en même temps détournant la tête et pleurant. La fin de l'histoire, que représente le groupe qui se voit au Musée du Capitole, dans celui des Offices à Florence et sur quantité de sarcophages, c'est la réunion du dieu et de l'âme dans le séjour céleste. Les chrétiens ont souvent emprunté au paganisme ce symbole pour le placer sur leurs sépultures, comme ils lui ont emprunté le Bon Pasteur qui rapporte une brebis sur ses épaules et Orphée apprivoisant par l'harmonie les bêtes farouches : c'est que les idées auxquelles ces symboles répondent, c'étaient déjà les préliminaires du christianisme. Une idée seule n'apparaît pas sur les monuments funéraires étrangers à la religion nouvelle : c'est celle qui, en effet, constitue ce qu'elle eut de plus particulier, celle de la divinité ne compatissant pas seulement aux misères d'ici-bas, mais descendant de sa hauteur afin de les subir, en un mot l'idée de l'amour comprise enfin dans sa profondeur, définie par le sacrifice ou l'anéantissement volontaire, idée qui est le principe de cette autre plus générale, mais à peine développée encore à l'heure qu'il est (1), que, dans le monde d'ici-bas, incapable de se suffire en quoi que ce soit, rien ne saurait exister que par condescendance et libre abaissement du principe d'en haut.

Arrêtons-nous donc ici. C'est le seuil d'un monde différent de celui où je dois me tenir aujourd'hui avec vous. Dans ce monde moderne, on ne verra plus guère, comme dans celui qu'il remplace, cette correspondance parfaitement harmonique entre la nature et l'esprit, entre le terrestre et le céleste, qui était la condition la plus favorable à la perfection de l'art figuratif. Par suite, le beau proprement dit n'y règnera plus avec l'ordre, comme il règne dans le monde grec, mais plutôt le sublime, qui dépasse tout ordre, le sublime résultant de la

(1) Voir *la Philosophie au* XIXe *siècle*.

prépondérance de l'âme, qui, se répandant sur tout, absorbe tout, pour ainsi dire, en son infinité.

L'art grec avait montré la vie divine sous mille formes que lui fournissait ou lui suggérait la réalité; l'art qui lui succédera abandonnera peu à peu des images chargées de trop de traits terrestres pour répondre à l'idéal de spiritualité où aspire désormais la pensée. Il lui suffira, pour donner idée de la vie divine, principalement sur les tombeaux, d'un petit nombre de représentations où joueront le principal rôle des figures des choses de l'air et des régions supérieures, parmi lesquelles tiendront une grande place la lumière et le son. Pensez à ces paradis des Orcagna et des Fra Angelico, où l'on ne voit, dans une sphère lumineuse, qu'anges et séraphins chantant et jouant de toutes sortes d'instruments. La lumière qui fait tout voir, étant elle-même l'objet propre de la vue, c'est parmi les choses visibles ce qui a le plus d'analogie avec le son, et le son, phénomène qui est attaché au mouvement de l'air, c'est quelque chose par quoi cette nature subtile dont l'air a toujours paru pouvoir donner seul quelque idée, je veux dire l'âme, s'exprime mieux que par rien qui ressortisse à la vue.

Le génie moderne qui a cherché surtout à faire parler l'âme, c'est dans l'emploi de la lumière et du son qu'il semble qu'il se soit principalement signalé. Léonard de Vinci a dit que la peinture avait pour objet de peindre l'âme, et il a trouvé, et d'autres après lui, dans les mystères du clair obscur, des moyens de peindre et l'âme et en général les choses d'ordre divin, qui ne paraissent pas avoir été aussi bien connus des anciens. Et les successeurs des Phidias et des Apelle dans l'art de suggérer des idées de ce que peut être le monde céleste, ce sont surtout, ce semble, avec les peintres qui rendirent les mystères de la lumière et de l'ombre, les Palestrina et les Mozart, ceux, en un mot, qui trouvèrent dans la musique, par laquelle les Grecs eux-mêmes disaient que la terre avait été soumise d'abord à la loi des dieux, le moyen de rendre sensible à l'âme ou à ce qu'il y a de plus divin ici-bas ce que semble avoir de plus sublime la divinité même. Encore une fois je ne veux pas entrer dans cet empire d'un art différent de l'art dont je me suis proposé de vous entretenir aujourd'hui; mais il n'était peut-être pas inutile, pour mettre plus en évidence le caractère distinctif du monde grec, de dessiner d'un trait sommaire le monde qui le suivit. On comprend mieux, si je ne me trompe, quand on lui oppose l'époque moderne dans laquelle l'esprit cherche les choses divines en une région entièrement immatérielle, où rien ne la porte plus loin que la rêverie où nous jette la musique, l'époque où il les cherchait dans des formes mêlées d'une forte part de matéria-

lité, qui se peignaient comme en un songe plus distinct à l'œil intérieur, mais analogue à celui du corps, par lequel voit l'imagination.

Sur les gaz retenus par occlusion dans l'aluminium et le magnésium ; par M. **Dumas**.

J'ai eu déjà l'honneur de communiquer à l'Académie des observations concernant le pouvoir que possède l'argent d'emprisonner à l'état liquide, à une haute température, des quantités considérables de gaz oxygène et d'en conserver une portion très notable après sa solidification, pendant un temps probablement très long et peut-être indéfiniment.

Des recherches analogues, poursuivies non seulement sur des métaux, mais sur divers corps composés fusibles, m'ont conduit à des résultats que je me propose de réunir dans un travail d'ensemble. Mais, en attendant que j'aie pu le conduire à son terme, il m'a paru de quelque utilité pour la Science d'en détacher certaines parties de nature à intéresser des questions actuellement en cours d'étude.

En soumettant l'aluminium, dans le vide, à l'action d'une température qu'on élève successivement jusqu'au degré convenable pour déterminer le ramollissement de la porcelaine, et en faisant agir sur la cornue qui contient le métal la trompe à mercure jusqu'à complet épuisement, on en retire des quantités considérables de gaz. La séparation du gaz et du métal semble même s'opérer tout à coup vers le rouge blanc, à en juger par la baisse brusque du baromètre qui fait partie de l'appareil d'épuisement. Si l'opération exige ensuite quelques heures pour l'amener à son terme, c'est que la soustraction, par l'action de la trompe, du gaz répandu dans l'espace vide de l'appareil est nécessairement très lente.

J'admets donc que l'aluminium chauffé dans le vide au degré de la fusion du cuivre ou de l'argent abandonne des gaz et probablement la totalité des gaz qui se trouvaient renfermés par occlusion dans le métal. La quantité de gaz ainsi dégagée peut dépasser le volume du métal.

200^{gr} d'aluminium, représentant 80^{cc}, ont donné $89^{cc},5$ de gaz à la température de 17° et sous la pression de 755^{mm}.

Ce gaz renfermait :

Acide carbonique	1,5
Hydrogène	88,0
	89,5

On peut dire que c'était de l'hydrogène pur. Il n'était accompagné ni d'oxyde de carbone, ni d'azote, ni d'oxygène. L'absence de ce dernier gaz pouvait être prévue; mais, dans l'étude de ces phénomènes exceptionnels, tout est à constater.

L'aluminium qu'on fait intervenir dans la construction des appareils délicats destinés à l'étude des gaz amenés à des pressions extraordinairement faibles pourrait donc fournir de l'hydrogène, dans le cas où on ne l'aurait pas débarrassé de ce gaz par des opérations préalables de purification, c'est-à-dire par l'exposition dans le vide à l'action d'une température élevée.

Je ferai connaître plus tard les changements que le métal éprouve en perdant cet hydrogène, sous le rapport de ses qualités physiques.

Le magnésium, chauffé dans une cornue de porcelaine où l'on avait fait le vide, présente des phénomènes analogues : à une température voisine du rouge blanc, un dégagement brusque de gaz s'effectue, et, si l'on continue à faire agir la trompe pour opérer l'extraction du gaz produit, on voit paraître, peu à peu, des stalactites dans le col de la cornue, qui finiraient par l'obstruer si l'on opérait sur des quantités suffisamment considérables.

A poids égal, le magnésium m'a donné un volume de gaz double de celui que m'a fourni l'aluminium. Mais le magnésium, qui est plus léger que l'aluminium, a dégagé seulement une fois et demie son volume de gaz. 40^{gr} de ce métal, représentant 23^{cc}, en ont fourni, en effet, 32^{cc} environ.

20^{gr} de magnésium ont donné :

Hydrogène	$12^{cc},3$
Oxyde de carbone	$4^{cc},1$
Total...	$16^{cc},4$

40^{gr} de magnésium d'une autre préparation ont donné à 15° et 757^{mm} :

Hydrogène	$28^{cc},1$
Oxyde de carbone	$1^{cc},9$
Acide carbonique	$1^{cc},5$
Total...	$31^{cc},5$

Pour ce métal, le gaz renfermé par occlusion consistait encore essentiellement en hydrogène, mais il était accompagné, comme on voit, d'oxyde de carbone, en quantité plus ou moins notable et variant sans doute avec les circonstances de la préparation du métal.

J'ai fait remarquer que, pendant l'opération, on voyait apparaître des stalactites dans le col de la cornue : elles sont produites par la condensation du métal volatilisé. Lorsqu'on brise la cornue après le refroidissement, on constate, en effet, que la totalité du magnésium est venue se condenser à la voûte de la cornue vers son col, ou même dans une partie de la longueur de celui-ci.

Le magnésium ainsi volatilisé cristallise en se condensant,

et les cristaux, doués d'un grand éclat et d'un blanc d'argent, peuvent acquérir des dimensions suffisantes pour permettre des mesures précises.

La pureté du magnésium sublimé dans ces conditions me paraît offrir toutes les garanties nécessaires pour la détermination de l'équivalent de ce métal, qui reste encore environnée de quelques doutes.

D'ailleurs, la volatilité du magnésium permettant de le transformer complètement en vapeurs dans un espace vide d'air, il devient possible de déterminer directement la densité de la vapeur de ce métal, en faisant usage des procédés auxquels M. Troost a eu si utilement recours pour les substances qui n'entrent en ébullition qu'à de hautes températures, et je lui laisse volontiers ce soin.

Je ne crois donc pas sans intérêt de signaler ce procédé de purification du magnésium, qui permet de le débarrasser de toutes les substances, soit fixes, soit gazeuses, qui l'accompagnent dans les circonstances ordinaires.

Tandis que l'argent emprisonne de l'oxygène, c'est surtout à l'hydrogène que s'adressent l'aluminium et le magnésium. Mais nous verrons par la suite que d'autres gaz peuvent être préférés par d'autres métaux et que d'autres substances non métalliques se comportent de la même manière qu'eux, ou du moins qu'elles abandonnent comme eux, à une haute température et dans le vide, des gaz qu'elles semblent avoir emprisonnés mécaniquement.

Il est probable que la force en vertu de laquelle les gaz dont il s'agit sont coërcés avec tant d'énergie et pour une si longue durée dans les métaux ou autres corps se rapproche néanmoins beaucoup de celle en vertu de laquelle, comme il résulte des intéressantes expériences de M. L. Varenne, le bioxyde d'azote adhère pour un temps plus court à la surface du fer passif.

Mais, avant de se former une opinion sur ces questions délicates, il convient de multiplier les épreuves et d'attendre qu'elles aient permis, par leur comparaison, d'arriver à des conclusions certaines.

Production artificielle du diamant.

Depuis quelque temps, M. Hannay, en collaboration avec M. Hogarth, s'occupe de recherches sur la solubilité des solides dans la matière à cet état intermédiaire entre l'état gazeux et l'état liquide qu'affectent les gaz à forte pression lorsqu'ils ont dépassé le point que M. Andrews appelle *l'état critique*.

En poursuivant ses recherches, M. Hannay s'aperçut que cer-

taines matières, insolubles dans l'eau, l'alumine et l'oxyde de zinc par exemple, le deviennent au contraire lorsqu'on les chauffe dans ce liquide sous pression, de façon à dépasser l'état critique.

Cette observation lui donna l'idée d'essayer sur le charbon l'effet de plusieurs dissolvants amenés à cet état particulier de la matière. Ces essais ne réussirent pas. En revanche, M. Hannay observa que certains hydrocarbures, chauffés en présence de métaux ou même de composés azotés stables, dont il n'indique du reste pas la composition, et soumis en même temps à une énorme pression, perdent leur hydrogène et abandonnent leur charbon sous forme cristalline, c'est-à-dire de diamant.

La grande difficulté de ces expériences consiste à trouver des tubes résistant aux pressions énormes nécessaires pour obtenir la décomposition de l'hydrocarbure. Les différents caractères, dureté, densité, forme cristalline, combustion dans l'oxygène, correspondent parfaitement à ceux du diamant, comme l'a constaté M. Maskelyne. Ce sont, du reste, de très petits fragments semblant provenir de la rupture d'échantillons plus gros. L'échantillon brûlé dans l'oxygène pesait $0^{gr},014$.

Dans ces expériences, des tubes de fer de 4 pouces de diamètre avec un vide intérieur de $\frac{1}{2}$ pouce seulement sont brisés neuf fois sur dix.

Le time ball de New-York.

La connaissance de l'heure exacte est indispensable pour régler les affaires courantes d'une cité. Le procédé dont on fait usage à New-York donne l'heure avec une grande précision. Une boule, visible de très loin, tombe à des instants déterminés du haut de l'*Hôtel de l'Union des télégraphes*, à l'angle des rues Broadway et Dey. La boule du temps (*time ball*) est mise en mouvement, grâce à un fil télégraphique, par un astronome de l'Observatoire de Washington, situé à la distance de 360^{km}.

Cette boule est formée de douze rayons verticaux, en feuilles de cuivre. La moitié supérieure de ces rayons forme un demi-cercle, et leur ensemble a l'aspect d'une boule solide. Le balcon du haut duquel s'opère la chute est à 95^m au-dessus du niveau de la mer. La boule s'élève en dessus à 9^m et tombe de 8^m de haut sur des tiges dans lesquelles s'emboîtent des cylindres fixés au bas de la boule.

Le moment fixé pour la chute est celui de 9^h du matin.

La boule est fixée en son point le plus élevé au moyen d'un levier qui est déclanché par un fil que traverse un courant

électrique, à l'heure dite, quand le stationnaire de l'Observatoire agit.

La boule étant aperçue de plusieurs milles à la ronde, il est possible à un nombre de personnes qu'on estime à deux millions de pouvoir connaître l'heure exactement.

Comme il y a une distance de 360^{km} entre Washington et New-York, on fait fonctionner des horloges électriques contrôlées par un régulateur central d'accord avec l'horloge de l'Observatoire, en tenant compte de la différence de longitude entre New-York et Washington.

C'est dans le bâtiment principal de la Compagnie des télégraphes de l'Union occidentale qu'est installé le régulateur central. Ses indications sont très exactes, et tous les jours on le règle d'après l'heure de l'Observatoire de Washington. En outre, ce régulateur communique électriquement avec les Observatoires d'Alleghany (Pensylvanie) et de Cambridge (Massachusetts). La concordance établie ainsi entre les heures des différents Observatoires atteint une précision très grande, ne donnant pas plus de quelques centièmes de seconde pour les différences. (Extrait de l'*Année scientifique* de M. L. Figuier, 23e année.)

Tremblement de terre du 22 mars dans la Vienne.
Note de M. de Touchimbert.

Le 22 mars 1880, à $6^h 5^m$ du soir, une secousse de tremblement de terre, dont la durée n'a pas atteint deux secondes, a été ressentie dans le département de la Vienne.

Le temps était absolument beau, le ciel très pur; le vent, de force moyenne, soufflait du nord-est. Le baromètre accusait une pression de 764^{mm}. La température oscillait entre 9° et 10° au-dessus de 0°. Enfin l'aiguille aimantée, suspendue à un fil de cocon sans torsion, s'agitait faiblement sous un écart de 1°.

A Poitiers, le mouvement n'a pas présenté les effets d'oscillation ou de trépidation. Le bruit produit a été comparable à celui d'un pan de mur qui vient à s'effondrer tout d'une pièce. La direction du nord-est était parfaitement indiquée.

Ce tremblement de terre a été ressenti sur tout le sol de notre ville. Plusieurs personnes ont perdu l'équilibre, ce qui indiquerait un mouvement oscillatoire ou de trépidation.

A Jaulnay, le phénomène a été constaté à la même heure, et l'on a observé que les meubles et les batteries de cuisine remuaient sur place. Il en a été de même à Neuville.

A Celle-l'Évescault, la secousse a été très forte; les fers suspendus au plafond de la boutique d'un maréchal se sont entre-choqués.

Ces dernières localités sont peu distantes de Poitiers; mais,

à Châtellerault, à Saint-Gervais-les-Trois-Clochers, sur la limite du département touchant à celui d'Indre-et-Loire, la secousse a été très forte; les vitres des appartements tremblèrent et les meubles furent déplacés.

Ce tremblement de terre n'aurait-il été ressenti que dans le département de la Vienne ?

Sur la hauteur atteinte en mer par l'eau pulvérisée que soulève la brise, d'après les observations de M. **Pouvreau**, lieutenant à bord du transatlantique *la France*. Note communiquée par le Bureau central météorologique.

M. Pouvreau, ayant voulu se rendre compte de la hauteur atteinte par l'embrun, a procédé de la manière suivante.

Il a effilé par une extrémité une demi-douzaine de tubes de $0^m,005$ de diamètre sur $0^m,50$ de long; il les a enduits intérieurement d'une mince couche de chromate; puis, pour éviter l'action de la lumière, il les a enfoncés dans une gaîne de bois qui ne laissait libres que les extrémités. Ces tubes ainsi préparés, M. Pouvreau les a fait suspendre dans la mâture à diverses hauteurs, en ayant soin de les faire tourner le bout non effilé sous le vent. Cinq ou six heures après, on descendait les tubes, et l'on mesurait la longueur atteinte par la chloruration.

Cette longueur devait être en rapport avec la quantité d'eau qui avait traversé le tube pendant la durée de l'exposition à l'air.

M. Pouvreau, avec cette méthode, est arrivé aux résultats suivants, par beau temps moyen, pour les marins *temps variable :* limite inférieure de l'embrun, 23^m; limite supérieure, 38^m au-dessus du niveau de la mer.

La longueur de l'enduit chloruré variait comme il suit :

	m	mm
A	23	110
A	25	102
A	29	72
A	38 le chromate restait rouge.	

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE
RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870
Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

23 MAI 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 8.

Compte rendu des recherches expérimentales de M. Pasteur sur les maladies virulentes.

§ I.

Les maladies virulentes comptent parmi les plus grands fléaux. Pour s'en convaincre, il suffit de nommer la rougeole, la scarlatine, la syphilis, la morve, le charbon, la fièvre jaune, le typhus, la peste bovine. Récemment M. Pasteur en a fait l'objet d'études nouvelles, qui intéressent à un haut degré la Médecine ainsi que la Physiologie générale, et, pour faire connaître aux lecteurs du *Bulletin hebdomadaire* de notre Association les parties principales de ce travail important, nous en donnerons successivement divers extraits (¹).

Aussi longtemps qu'ont régné les idées de Liebig sur la nature des ferments, les virus furent considérés comme des substances livrées à un mouvement intestin capable de se communiquer aux matériaux de l'organisme et de transformer ces derniers en virus de même nature; mais, lorsque M. Pasteur eut fait voir que toutes les fermentations proprement dites sont produites par des êtres vivants qui, en se nourrissant aux dépens des matières dites fermentescibles, y déterminent certaines transformations chimiques, les physiologistes se demandèrent si les maladies contagieuses ne seraient pas dues à des causes analogues, à l'infestation du corps vivant par d'autres corps vivants, susceptibles de se multiplier dans l'intérieur du premier, comme dans un pays fertile, et de se répandre ensuite au dehors pour aller s'établir en parasites sur d'autres sujets. Les observations de M. Davaine sur la production des affections charbonneuses par les êtres microscopiques désignés

(¹) Ce travail a paru dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences* du 9 février, du 26 avril et du 3 mai 1880.

sous le nom de *bactéridies*, les recherches de M. Chauveau sur le rôle des corpuscules solides tenus en suspension dans le virus variolique et les remarques de M. Klebs sur la présence d'organismes microscopiques dans le virus traumatique vinrent corroborer cette opinion. Mais, dans la grande majorité des maladies virulentes, le virus n'a pu être isolé, encore moins démontré vivant.

Les nouvelles expériences de M. Pasteur ont jeté de vives lumières sur cette partie de la Pathologie, et, dans ces recherches, comme dans ses investigations précédentes sur les ferments, il a eu recours à la culture méthodique des organismes microscopiques dont il voulait étudier les propriétés.

§ II.

Parfois (dit l'auteur) se déclare dans les basses-cours une maladie désastreuse qu'on désigne vulgairement sous le nom de *choléra des poules*. L'animal en proie à cette affection est sans force, chancelant, les ailes tombantes. Les plumes du corps, soulevées, lui donnent la forme en boule. Une somnolence invincible l'accable. Si on l'oblige à ouvrir les yeux, il paraît sortir d'un profond sommeil et bientôt les paupières se referment, et le plus souvent la mort arrive sans que l'animal ait changé de place, après une muette agonie. C'est à peine si quelquefois il agite les ailes pendant quelques secondes. Les désordres intérieurs sont considérables. La maladie est produite par un organisme microscopique, lequel a été soupçonné en premier lieu par M. Moritz, vétérinaire dans la haute Alsace, puis mieux figuré en 1878 par M. Peroncito, vétérinaire de Turin, et enfin retrouvé en 1879 par M. Toussaint, professeur à l'École vétérinaire de Toulouse, qui a démontré, par la culture du petit organisme dans l'urine neutralisée, que celui-ci était l'auteur de la virulence du sang.

Dans l'étude des maladies parasitaires microscopiques, la première et la plus utile condition à remplir est de se procurer un liquide où l'organisme infectieux puisse se cultiver facilement et toujours sans mélange possible avec d'autres organismes d'espèces différentes. L'urine neutralisée, qui m'avait servi avec tant de succès pour démontrer qu'une culture répétée quelconque de la bactéridie de Davaine était bien le virus charbonneux, remplit ici très mal le double but dont il s'agit. Mais un milieu de culture merveilleusement approprié à la vie du microbe du choléra des poules est le bouillon de muscles de poule, neutralisé par la potasse et rendu stérile par une température supérieure à 100° (110° à 115°). La facilité de multiplication de l'organisme microscopique dans ce milieu de culture tient du prodige. En quelques heures le bouillon

le plus limpide commence à se troubler et se trouve rempli d'une multitude infinie de petits articles d'une ténuité extrême, légèrement étranglés à leur milieu, et qu'à première vue on prendrait pour des points isolés. Ces petits articles n'ont pas de mouvement propre; ils font certainement partie d'un tout autre groupe que celui des vibrions. J'imagine qu'ils viendront se placer un jour auprès des virus, aujourd'hui de nature inconnue, lorsqu'on aura réussi à cultiver ces derniers, comme j'espère qu'on est à la veille de le faire.

La culture de notre microbe présente des particularités fort intéressantes.

Dans mes études antérieures, un des milieux de culture que j'ai utilisés avec le plus de succès est l'eau de levûre, c'est-à-dire une décoction de levûre de bière dans de l'eau, amenée par la filtration à un état de parfaite limpidité, puis rendue stérile par une température supérieure à 100°. Les organismes microscopiques les plus divers s'accommodent de la nourriture que leur offre ce liquide, surtout s'il a été neutralisé. Par exemple, vient-on à y semer la bactéridie charbonneuse, elle y prend en quelques heures un développement surprenant. Chose étrange, ce milieu de culture est tout à fait impropre à la vie du microbe du choléra des poules; il y périt même promptement, en moins de quarante-huit heures. N'est-ce pas l'image de ce qu'on observe quand un organisme microscopique se montre inoffensif pour une espèce animale à laquelle on l'inocule? Il est inoffensif parce qu'il ne se développe pas dans le corps de l'animal ou que son développement n'atteint pas les organes essentiels à la vie.

Je passe à une particularité plus singulière encore de la culture du microbe auteur du choléra des poules. L'inoculation de cet organisme à des cochons d'Inde est loin d'amener la mort aussi sûrement qu'avec les poules. Chez les cochons d'Inde, d'un certain âge surtout, on n'observe qu'une lésion locale au point d'inoculation, qui se termine par un abcès plus ou moins volumineux. Après s'être ouvert spontanément, l'abcès se referme et guérit sans que l'animal ait cessé de manger et d'avoir toutes les apparences de la santé. Ces abcès se prolongent souvent pendant plusieurs semaines avant d'abcéder, entourés d'une membrane pyogénique et remplis de pus crémeux où le microbe fourmille à côté des globules de pus. C'est la vie du microbe inoculé qui fait l'abcès, lequel devient pour le petit organisme comme un vase fermé où il est facile d'aller le puiser, même sans sacrifier l'animal. Il s'y conserve, mêlé au pus, dans un grand état de pureté et sans perdre sa vitalité. La preuve en est que, si l'on inocule à des poules un peu du contenu de l'abcès, ces poules meurent rapidement, tandis que le cochon d'Inde qui a fourni le virus

se guérit sans la moindre souffrance. On assiste donc ici à une évolution localisée d'un organisme microscopique qui provoque la formation de pus et d'un abcès fermé, sans amener de désordres intérieurs ni la mort de l'animal sur lequel on le rencontre, et toujours prêt néanmoins à porter la mort chez d'autres espèces auxquelles on l'inocule, toujours prêt même à faire périr l'animal sur lequel il existe à l'état d'abcès si telles circonstances plus ou moins fortuites venaient à le faire passer dans le sang ou dans les organes splanchniques. Des poules ou des lapins qui vivraient en compagnie de cobayes portant de tels abcès pourraient tout à coup devenir malades et périr sans que la santé des cochons d'Inde parût le moins du monde altérée. Pour cela il suffirait que les abcès des cochons d'Inde, venant à s'ouvrir, répandissent un peu de leur contenu sur les aliments des poules et des lapins. Un observateur, témoin de ces faits et ignorant la filiation dont je parle, serait dans l'étonnement de voir décimés poules et lapins, sans causes apparentes, et croirait à la spontanéité du mal, car il serait loin de supposer qu'il a pris son origine dans les cochons d'Inde, tous en bonne santé, surtout s'il savait que les cochons d'Inde sont sujets, eux aussi, à la même affection.

Si j'ajoute que quelques gouttes d'une culture de notre microbe, déposées sur du pain ou de la viande qu'on donne à manger à des poules, suffisent pour faire pénétrer le mal par le canal intestinal, où le petit organisme microscopique se cultive en si grande abondance, que les excréments des poules ainsi infectées font périr les individus auxquels on les inocule, ces faits permettent de se rendre compte aisément de la manière dont se propage dans les basses-cours la très grave maladie qui nous occupe. Évidemment les excréments des animaux malades ont la plus grande part à la contagion. Aussi rien ne serait plus facile que d'arrêter celle-ci en isolant, pour quelques jours seulement, les animaux, lavant la basse-cour à très grande eau, surtout à l'eau acidulée avec un peu d'acide sulfurique, qui détruit facilement le microbe, éloignant le fumier, puis réunissant les animaux. Toutes causes de contagion auraient disparu, parce que, pendant l'isolement, les animaux déjà atteints seraient morts, tant la maladie est rapide dans son action.

La culture répétée du microbe infectieux dans du bouillon de poule en passant toujours d'une culture à la suivante par l'ensemencement d'une quantité pour ainsi dire infiniment petite, par exemple parce que peut emporter la pointe d'une aiguille simplement plongée dans la culture, n'affaiblit pas la virulence de l'organisme microscopique non plus, ce qui revient d'ailleurs à la même chose, que la facilité de sa multiplication à l'intérieur du corps des Gallinacés. Cette virulence

est si grande, que, par l'inoculation d'une minime fraction de goutte d'une culture, vingt fois sur vingt la mort arrive en deux ou trois jours, et le plus souvent en moins de vingt-quatre heures.

Ces préliminaires étant connus, j'arrive aux faits les plus saillants de cette Communication.

Par certain changement dans le mode de culture on peut faire que le microbe infectieux soit diminué dans sa virulence. C'est là le point vif de mon sujet.

La diminution dans la virulence se traduit dans les cultures par un faible retard dans le développement du microbe; mais au fond il y a identité de nature entre les deux variétés du virus. Sous le premier de ses états, l'état très infectieux, le microbe inoculé peut tuer vingt fois sur vingt. Sous le second de ses états, il provoque vingt fois sur vingt la maladie et non la mort. Ces faits ont une importance facile à comprendre : ils nous permettent en effet de juger, en ce qui concerne la maladie qui nous occupe, le problème de sa récidive ou de sa non-récidive. Prenons quarante poules; inoculons-en vingt avec un virus très virulent : les vingt poules mourront. Inoculons les vingt autres avec le virus atténué : toutes seront malades, mais elles ne mourront pas. Laissons-les se guérir et revenons ensuite, pour ces vingt poules, à l'inoculation du virus très infectieux : cette fois il ne tuera pas. La conclusion est évidente : la maladie se préserve elle-même. Elle a le caractère des maladies virulentes, maladies qui ne récidivent pas.

Ne nous laissons pas éblouir par la singularité de ces résultats. Tout n'y est pas aussi nouveau qu'on pourrait le croire au premier abord. Ils ont cependant, sur un point capital, une nouveauté bien réelle qu'il s'agit de dégager. Avant Jenner, et lui-même a longtemps pratiqué cette méthode, comme je le rappelais tout à l'heure, on variolisait, c'est-à-dire qu'on inoculait la variole pour préserver de la variole. Aujourd'hui, dans divers pays, on clavelise les moutons pour les préserver de la clavelée; on inocule la péripneumonie pour préserver de cette très grave affection de l'espèce bovine. Le choléra des poules vient de nous offrir l'exemple d'une immunité du même genre. C'est un fait digne d'intérêt, mais qui n'offre pas une nouveauté de principe. La nouveauté vraiment réelle des observations qui précèdent, nouveauté qui donne beaucoup à réfléchir sur la nature des virus, c'est qu'il s'agit ici d'une maladie dont l'agent virulent est un parasite microscopique, un être vivant, cultivable en dehors de l'économie. Le virus varioleux, le virus vaccin, le virus de la morve, le virus de la syphilis, le virus de la peste, etc., sont inconnus dans leur nature propre. Le virus nouveau est un être animé et la ma-

ladie qu'il provoque offre avec les maladies virulentes proprement dites ce point de contact inconnu jusqu'ici dans les maladies virulentes à parasites microscopiques : le caractère de la non-récidive. Son existence jette en quelque sorte un pont entre le terrain propre aux maladies virulentes à virus vivant et celui des maladies à virus dont la vie n'a jamais été constatée.

Par les liaisons frappantes que notre étude offre avec les effets de la vaccine et de la variole humaines, il y a un intérêt majeur à savoir si l'immunité dont il s'agit peut être absolue non seulement pour les régions du corps qui ont subi l'inoculation préventive, mais quel que soit le point inoculé, quel que soit le mode d'introduction de la maladie, quelle que soit la réceptivité de l'animal.

Afin d'expliquer plus clairement et plus brièvement les résultats dont j'ai à rendre compte, qu'il me soit permis d'employer le mot *vacciner* pour exprimer le fait de l'inoculation à une poule du virus atténué. Cette convention étant admise, je pourrai dire, sur la foi de nombreuses expériences, que les effets de la vaccination sont variables avec les poules, que certaines résistent à un virus très virulent à la suite d'une seule inoculation préventive du virus atténué, que d'autres exigent deux inoculations préventives et même trois, que dans tous les cas toute inoculation préventive a son action propre, parce qu'elle prévient toujours dans une certaine mesure, qu'en un mot on peut vacciner à tous les degrés et qu'il est toujours possible de vacciner d'une manière complète, c'est-à-dire d'amener la poule à ne plus pouvoir recevoir aucune atteinte du virus le plus virulent.

Je porterai plus sûrement la conviction dans les esprits si j'indique brièvement la marche et les résultats des expériences de démonstration. Je prends quatre-vingts poules neuves (j'appelle de ce nom les poules qui n'ont jamais eu la maladie du *choléra des poules*, ni spontanée, ni communiquée). A vingt d'entre elles, j'inocule le virus très virulent : les vingt périssent. Des soixante qui restent, j'en distrais encore vingt et je les inocule par une seule piqûre à l'aide du virus le plus atténué que j'aie pu obtenir : aucune ne meurt. Sont-elles vaccinées pour le virus très virulent ? Oui, mais seulement un certain nombre d'entre elles. En effet, si sur ces vingt poules je pratique l'inoculation du virus le plus virulent, six ou huit, par exemple, tout en étant malades, ne mourront pas, contrairement à ce qui a eu lieu pour les vingt premières poules neuves, dont vingt sur vingt ont péri. Je distrais de nouveau du lot primitif vingt poules neuves que je vaccine par deux piqûres appliquées successivement après un intervalle de sept à huit jours. Seront-elles vaccinées pour le virus très virulent ?

Afin de le savoir, réinoculons-les par ce virus. Cette fois, et contrairement au résultat de la deuxième expérience, ce n'est plus six ou huit qui ne mourront pas, mais douze ou quinze. Enfin, si je distrais encore vingt poules neuves du lot primitif et que je les vaccine successivement par le virus atténué, non pas une ou deux fois, mais trois ou quatre, la mortalité, par l'inoculation du virus très virulent, la maladie même, seront nulles. Dans ce dernier cas, les animaux sont amenés aux conditions de ceux des espèces qui ne contractent jamais le choléra des poules.

Quant à la cause de la non-récidive, on ne peut se défendre de l'idée que le microbe auteur de la maladie trouve dans le corps de l'animal un milieu de culture et que, pour satisfaire aux actes de sa vie propre, il altère ou détruit, ce qui revient au même, certaines matières, soit qu'il les élabore à son profit, soit qu'il les brûle par l'oxygène qu'il emprunte au sang.

Lorsque l'immunité complète est atteinte, on peut inoculer le microbe le plus virulent dans des muscles quelconques sans produire le moindre effet, c'est-à-dire que toute culture est devenue impossible dans ces muscles. Ils ne contiennent plus d'aliments pour le microbe.

On ne peut rendre l'impression qu'on éprouve à la vue de ces phénomènes. Voici vingt poules qui n'ont jamais subi les atteintes de la maladie. Je les inocule au muscle pectoral par le virus très virulent, ou plutôt au muscle de la cuisse, afin de suivre plus commodément les effets de la piqûre infectieuse. Le lendemain, toutes les poules sont couchées, très boiteuses, saisies d'un profond sommeil; le muscle inoculé est énorme, tout lardacé dans son intérieur, rempli à profusion du parasite. Puis, d'heure en heure, la mort frappe tantôt une des poules, tantôt une autre. En quarante-huit heures, les vingt poules ont péri. Voici d'autre part vingt poules, préalablement vaccinées au maximum, inoculées à la même heure que les précédentes, à la même place, par le même virus employé en même quantité : le lendemain ou le surlendemain toutes sont vives, alertes, mangent, gloussent; les coqs chantent; c'est le mouvement, c'est la vie dans toute la plénitude de la santé, et, dans la région inoculée, les muscles de la cuisse ne présentent rien d'anormal. On n'aperçoit même pas la trace de la piqûre, et cet état de santé est durable.

Mais cette suppression de la possibilité de toute culture du parasite dans les muscles n'est-elle pas propre seulement à ceux de ces muscles qui ont reçu les inoculations préventives? Il importe donc de rechercher ce qui arriverait en faisant pénétrer le virus mortel soit par le système sanguin, soit par les voies digestives. J'ai pris dix poules vierges de toute inoculation et dix autres vaccinées au *maximum;* à toutes, le

virus le plus virulent a été injecté dans la jugulaire. Les dix premières poules sont mortes rapidement, plusieurs déjà après vingt-quatre heures. Les dix poules vaccinées ont guéri, au contraire, sans avoir été malades, si ce n'est d'une manière peu accusée, à cause de l'incision à la peau et à la jugulaire. Le sang lui-même était donc *vacciné* si l'on peut s'exprimer ainsi, c'est-à-dire que les cultures préventives lui avaient enlèvé ses matériaux de culture.

Et quelles seraient les suites de l'introduction de la maladie par les voies digestives? Essayons de provoquer une épidémie analogue à celle qui frappe les basses-cours à l'aide de repas souillés par la présence du parasite. Le 11 mars, je réunis dans le même local douze poules, achetées aux Halles le matin, avec douze autres *vaccinées* préalablement *au maximum*. Chaque jour je donne à ces vingt-quatre poules un repas de muscles malades d'une poule morte du microbe. Les jours suivants, la maladie et la mortalité s'accusent parmi les douze poules non vaccinées, qu'on distingue au milieu des autres parce qu'on a eu le soin de passer à travers la crête des *vaccinées* un fil de platine. Le 26 mars, on met fin à l'expérience : sept poules, *non vaccinées*, ont succombé, et l'autopsie a montré, à n'en pas douter, que le mal s'est insinué soit par les premières voies digestives, soit et le plus souvent par les intestins, généralement très enflammés et quelquefois ulcérés sur une grande longueur, dans la portion d'ordinaire qui suit le gésier, rappelant par leurs lésions celles de la fièvre typhoïde ([1]). Les cinq autres poules non vaccinées sont malades, une de la façon la plus grave. Des douze vaccinées pas une n'est morte, et aujourd'hui toutes vivent encore et sont bien portantes.

Nous pouvons résumer comme il suit les résultats que je viens d'exposer :

C'est la vie d'un parasite à l'intérieur du corps qui détermine la maladie appelée vulgairement *choléra des poules* et qui amène la mort.

Du moment où cette culture n'est plus possible dans la poule, la maladie ne peut apparaître. Les poules sont alors dans l'état constitutionnel des animaux que le *choléra des poules* n'atteint jamais.

Ces derniers animaux sont comme *vaccinés* de naissance pour cette maladie, parce que l'évolution fœtale n'a pas introduit dans leurs corps des aliments propres à la vie du

---

([1]) Le sang est rempli de microbes, et les organes internes sont couverts assez fréquemment de pus et de fausses membranes, principalement du côté des anses intestinales, par où le microbe paraît avoir visiblement pénétré.

microbe ou que ces matières nutritives ont disparu dans le jeune âge.

Certes, on n'a pas lieu de trop s'étonner qu'il y ait des constitutions tantôt aptes, tantôt rebelles aux inoculations, c'est-à-dire aux cultures de certains virus, lorsque, comme je l'ai annoncé dans ma première Note, on voit le bouillon de levûre de bière, préparé exactement comme le bouillon de muscles de poule, se montrer absolument impropre à la culture du parasite du *choléra des poules*, tandis qu'il se prête à merveille à la culture d'une multitude d'espèces microscopiques, notamment de la bactéridie charbonneuse.

L'explication à laquelle les faits nous conduisent, tant de la résistance constitutionnelle de certains animaux que de l'immunité que créent chez les poules des inoculations préventives, n'a rien non plus que de naturel quand on considère que toute culture, en général, modifie le milieu où elle s'effectue : modification du sol, s'il s'agit des plantes ordinaires; modification des plantes ou des animaux, s'il s'agit de leurs parasites; modification de nos liquides de culture, s'il s'agit des mucédinées, des vibrioniens ou des ferments. Ces modifications se manifestent et se caractérisent par cette circonstance que des cultures nouvelles des mêmes espèces dans ces milieux deviennent promptement difficiles ou impossibles. Que l'on ensemence du bouillon de poule avec le microbe du *choléra* et qu'après trois ou quatre jours on filtre le liquide pour éloigner toute trace du microbe, qu'en dernier lieu on ensemence de nouveau le liquide filtré par ce parasite : celui-ci se montrera tout à fait impuissant à reprendre le plus faible développement. D'une parfaite limpidité après sa filtration, le liquide garde indéfiniment cette limpidité.

Comment ne pas être porté à croire que par la culture dans la poule du virus atténué on place le corps de celle-ci dans l'état de ce liquide filtré qui ne peut plus cultiver le microbe? La comparaison peut se poursuivre plus loin encore, car, si l'on filtre du bouillon en pleine culture du microbe, non pas le quatrième jour de la culture, mais le second, le liquide filtré sera encore apte à cultiver de nouveau le microbe, quoique avec moins d'énergie qu'au début. On comprend ainsi qu'après une culture du microbe atténué dans le corps de la poule on puisse ne pas avoir enlevé dans toutes les parties de son corps les aliments du microbe. Ce qui en reste permettra donc une nouvelle culture, mais également dans une mesure plus discrète. C'est l'effet d'une première *vaccine*. Des inoculations subséquentes enlèveront progressivement tous les matériaux de culture du parasite. En conséquence, par l'action du mouvement circulatoire, un moment viendra forcément où toute culture nouvelle sur l'animal restera stérile. C'est alors

que la maladie ne pourra récidiver et que le sujet sera tout à fait vacciné. On pourrait s'étonner qu'une première culture du virus atténué s'arrête avant que les matières nutritives du microbe soient épuisées. Mais il ne faut pas oublier que le microbe, être aérobie, n'est pas du tout, dans le corps de l'animal, dans les mêmes conditions que dans un milieu artificiel de culture. Ici, pas d'obstacle à sa multiplication. Dans le corps, au contraire, il est sans cesse en lutte avec les cellules des organes, cellules qui, elles aussi, sont des êtres aérobies toujours prêts à s'emparer de l'oxygène.

Est-ce bien là néanmoins la seule explication possible des phénomènes? Non, à la rigueur. On peut se rendre compte des faits de non-récidive en admettant que la vie du microbe, au lieu d'enlever ou de détruire certaines matières dans le corps des animaux, en ajoute, au contraire, qui seraient pour ce microbe un obstacle à un développement ultérieur. L'histoire de la vie des êtres inférieurs, de tous les êtres en général, autorise une telle supposition. Les excrétions nées du fonctionnement vital peuvent s'opposer à un fonctionnement vital de même nature. Dans certaines fermentations, on voit des produits antiseptiques prendre naissance pendant et par la fermentation même, et mettre fin à la vie active des ferments et aux fermentations longtemps avant l'achèvement de celles-ci. Dans les cultures de notre microbe, il pourrait y avoir formation de produits dont la présence expliquerait à la rigueur la non-récidive et la vaccination.

Nos cultures artificielles du parasite vont encore nous permettre de contrôler cette hypothèse. Préparons une culture artificielle du microbe, et, après l'avoir fait évaporer à froid et dans le vide, ramenons-la à son volume primitif au moyen d'un bouillon de culture. Si l'extrait contient un poison pour la vie du microbe et si telle est la cause de la non-culture possible du liquide filtré, l'ensemencement du nouveau milieu devra être stérile; or il n'en est rien. On ne peut donc croire que pendant la vie du parasite apparaissent des substances capables de s'opposer à son développement ultérieur. Cette observation corrobore l'opinion à laquelle nous avons été conduits tout à l'heure sur les causes de la non-récidive de certaines maladies virulentes.

§ III.

Au sujet des propriétés des extraits de culture artificielle du microbe du choléra des poules, une question se présente. Nous avons démontré que ces extraits ne renferment pas de substances capables d'empêcher la culture du microbe. Mais n'en contiendraient-ils pas qui seraient propres à *vacciner* les poules ? J'ai

préparé une culture dont le volume n'était pas moindre que 120^{cc}. Filtrée et évaporée à froid, toujours par des manipulations incapables d'altérer sa pureté, cette culture a laissé un extrait qui a été redissous par 2^{cc} d'eau pure qu'on a injectés ensuite en totalité sous la peau d'une poule neuve. Quelques jours après, la poule, inoculée par un virus très virulent, a pris le choléra et est morte dans les conditions ordinaires des poules *non vaccinées.*

Ce genre d'expériences conduit à une observation aussi nouvelle que curieuse sous le rapport pathologique.

Lorsqu'on injecte sous la peau d'une poule neuve en très bonne santé l'extrait d'une culture filtrée du microbe, correspondant à un développement très abondant du parasite, la poule, après un désordre nerveux qui se dissipe en un quart d'heure et souvent se manifeste simplement par une respiration un peu haletante et un mouvement du bec qui s'ouvre et se referme à courts intervalles, la poule, dis-je, prend la forme en boule, reste immobile, refuse de manger et éprouve une tendance au sommeil des plus prononcées, comme dans le cas de maladie par inoculation du microbe. La seule différence consiste en ce que le sommeil est plus léger que dans la maladie réelle : la poule se réveille au moindre bruit. Cette somnolence dure environ quatre heures, après quoi la poule redevient alerte, porte la tête haute, mange et glousse, comme si de rien n'était [1].

---

[1] Voici la suite des observations dans une des expériences :

Le 4 mars, à 10^{h}30^{m}, on inocule sous la peau d'une poule neuve l'extrait d'une culture achevée du microbe du choléra des poules, d'un volume de 120^{cc}. Après quelques instants, respiration haletante ; la langue s'agite dans le bec ouvert. Au bout d'un quart d'heure environ se manifeste déjà la tendance au sommeil. Le bec est fermé, la poule calme, immobile, un peu en boule. Elle ferme les yeux, les rouvre au moindre bruit, puis les referme quelquefois ; la tête s'affaisse par le sommeil. Si on la touche à peine, elle se réveille, devient vive, étonnée, puis bientôt la tendance au sommeil la reprend.

Midi. — Même état ; elle refuse de manger. Elle est très somnolente. La tête tombe pendant que les yeux sont fermés ; mais toujours le moindre bruit la réveille. Elle a l'attitude des poules malades : un peu en boule et la queue tombante. Je place à côté d'elle, dans une cage voisine, une poule inoculée la veille, déjà bien malade et qui sera morte le lendemain. On ne saurait dire quelle est la plus malade. Cependant la malade de la maladie réelle a le sommeil un peu plus profond.

1^{h}30^{m}. — Toujours endormie, si peu qu'elle soit laissée tranquille. Tête tombante, corps en boule, immobile, ne mangeant pas, mais toujours réveillée par le moindre bruit.

2^{h}. — Même état. Quelquefois elle lève tout à coup la tête, ouvre les yeux, comme si elle sortait d'un rêve.

3^{h}. — Elle reprend de la vivacité et commence à manger. Elle a la tête haute, l'aspect des poules les mieux portantes. Plus de somnolence. Elle

J'ai reproduit plusieurs fois cette expérience en observant les mêmes faits, et, comme dans chaque épreuve j'avais eu le soin de vérifier qu'un extrait de bouillon pur qui n'a pas cultivé du microbe ne donne lieu à aucune manifestation analogue, j'ai acquis la conviction que pendant la vie du parasite il se fait un narcotique et que c'est ce narcotique qui provoque le symptôme morbide si prononcé du sommeil dans la maladie du choléra des poules.

Par les actes de sa nutrition, le microbe fait la gravité de la maladie et amène la mort. On peut aisément le comprendre. Le microbe, par exemple, est aérobie; il absorbe pendant sa vie de grandes quantités d'oxygène et il brûle beaucoup des principes de son milieu de culture, ce dont il est facile de s'assurer en comparant les extraits du bouillon de poule avant et après la culture du petit organisme. Tout annonce que, cet oxygène nécessaire à sa vie, il le prend aux globules sanguins, à travers les vaisseaux, et la preuve en est que pendant la vie et souvent loin encore des approches de la mort on voit la crête des animaux malades devenir violacée, alors que le microbe n'existe pas encore dans le sang, ou en quantité si faible qu'il échappe à l'observation microscopique. Ce genre d'asphyxie serait un des traits les plus curieux de la maladie qui nous occupe. Quoi qu'il en soit, l'animal meurt par les désordres profonds qu'amène la culture du parasite dans son corps, par la péricardite et autres épanchements séreux, par les altérations dans les organes internes, par l'asphyxie; mais l'acte du sommeil correspond à un produit né pendant la vie du microbe, agissant sur les centres nerveux. L'indépendance des deux effets dans les symptômes de la maladie est établie encore par cette circonstance que l'extrait d'une culture filtrée du microbe endort les poules vaccinées au *maximum*.

Ces faits provoqueront sans nul doute les méditations des pathologistes.

Malgré la longueur peut-être exagérée déjà de cette lecture, que l'Académie veuille bien me permettre de lui signaler brièvement quelques autres particularités de la maladie du *choléra des poules*. Cette maladie, nous le savons, est terrible et rapidement mortelle, surtout par les suites d'une inoculation directe de son microbe. Il est donc, assurément, fort remarquable qu'elle se présente quelquefois, ainsi que nous allons le constater, à l'état chronique; on voit en effet, dans certains cas, des poules inoculées qui, après avoir été très malades, ne meurent pas et éprouvent, au contraire, comme

---

fait la toilette de ses plumes. Tout est fini. Rien de particulier dans la soirée et les jours suivants. Santé parfaite. L'effet de l'injection hypodermique a duré environ quatre heures.

une guérison relative. Toutefois elles mangent peu, deviennent souvent anémiques, ce que prouve la décoloration de leur crête, maigrissent de plus en plus et finissent par succomber après des semaines et des mois de langueur. Ce fait n'aurait qu'une importance secondaire si dans ces singulières circonstances il n'arrivait, le plus souvent, que le microbe se retrouve dans le corps au moment de la mort, preuve manifeste que le parasite était conservé dans l'animal depuis la dernière inoculation, toujours présent, toujours actif, mais dans une mesure très discrète, puisqu'il n'amène la mort que tardivement. Il se trouve logé sans doute dans quelque *partie vaccinée*, impropre par cela même à une culture facile. Les poules vaccinées, principalement, offrent ce genre de maladie, qui, à vrai dire, n'est pas fréquent. On pourrait croire que dans ces conditions il doit y avoir transformation du virus virulent en virus atténué; ce serait une erreur. Dans les cas dont je parle, la virulence du microbe est tout au contraire exaltée, ce dont on peut s'assurer en le faisant sortir du sang de la poule morte par la voie des cultures et en l'inoculant ensuite à des poules neuves.

De tels faits aideront à comprendre la possibilité de ces longues incubations de virus, celui de la rage par exemple, qui, après avoir existé longtemps dans le corps, en quelque sorte à l'état latent, manifestent tout à coup leur présence par la virulence la plus accusée et la mort.

N'éclaireront-ils pas également la pathologie humaine?

Hélas! combien de fois ne voit-on pas les maladies de l'ordre des maladies virulentes, telles que la rougeole, la scarlatine, la fièvre typhoïde, avoir des suites graves, de très longue durée, souvent inguérissables! Les circonstances que je viens de mentionner sont de même nature, mais ici nous touchons du doigt leur véritable cause.

Je finis par la constatation d'une autre particularité qui ne mérite pas à un moindre degré les méditations des hommes de l'art.

Dans des poules très bien *vaccinées*, très bien portantes, il apparaît quelquefois, sur tel ou tel point du corps, un abcès rempli de pus qui n'amène aucun trouble dans la santé de l'animal. Il est remarquable que cet abcès soit encore dû au microbe du choléra, qui s'y conserve comme dans un vase, ne pouvant se propager, sans nul doute parce que la poule est vaccinée. On peut le retirer du pus de l'abcès par la culture ou par l'inoculation à des poules neuves, qu'il tue après s'être abondamment développé dans la région inoculée, à la manière ordinaire. Ces faits rappellent de tout point les abcès des cochons d'Inde dont j'ai parlé dans ma précédente Communication et en donnent une explication rationnelle. Il est très vrai-

semblable que, les muscles des cobayes cultivant le microbe plus lentement, plus difficilement que ceux des poules, le mal se borne à un abcès et la guérison devient possible.

Sur le fer natif du Groenland, d'après une découverte de M. Nordenskiold. Note de M. de Parville.

Assez récemment encore, les géologues répétaient à l'envi que le fer natif n'existe pas sur terre. Tous les Ouvrages classiques sont très affirmatifs à cet égard. C'est l'homme qui fait le fer; la nature, point! On avait bien recueilli, il est vrai, quelques échantillons de fer natif accidentellement en Europe et en Amérique, mais partout ces petites masses provenaient manifestement de bolides arrivés des espaces célestes. Le fer entre en effet pour une large part dans la composition des pierres tombées du ciel. Un jour, cependant, dans son voyage au Groënland, M. Nordenskiöld fut frappé du grand nombre de couteaux en fer natif qu'il vit entre les mains des Esquimaux. Il demanda aux indigènes comment ils se procuraient ce métal. On le conduisit sur une plage déserte, dans l'île de Disko. Le savant explorateur trouva, non sans surprise, jonchant le sol, de grandes quantités de fer naturel, sous forme de grains et même de masses considérables. L'une d'entre elles ne pesait pas moins de 20000^{kg}. Il était assez difficile d'admettre que les bolides s'amusaient à venir bombarder précisément cette partie de la Terre. Pourquoi se seraient-ils donné rendez-vous là plutôt qu'ailleurs? Le doute fit naître la réflexion dans l'esprit du savant naturaliste; il reconnut que les grains de fer se rencontraient toujours au voisinage d'épanchements volcaniques. On suivait très bien au milieu du sol la masse basaltique épanchée, et l'on parvenait sans peine jusqu'aux filons verticaux qui l'avaient déversée. Or, tout autour et dans la masse, les blocs de fer devenaient de plus en plus nombreux. Dès lors, comment ne pas admettre que le fer avait été apporté à la surface par les éruptions basaltiques? Le fer natif du Groënland provient évidemment du centre du globe. Conclusion nouvelle et importante pour l'histoire de la Terre : on trouve sur notre planète du fer naturel qui certainement ne provient pas des espaces extra-terrestres.

On pouvait soupçonner ce résultat, car, les bolides n'étant, selon toute probabilité, que des morceaux brisés de planètes, il y avait des raisons de présumer que les matériaux qui se rencontraient dans la constitution géologique de certaines d'entre elles pouvaient bien se retrouver dans l'écorce terrestre. Mais la réciproque de cette proposition est surtout remarquable. En effet, le fer des bolides est identique au fer du Groënland; tous deux renferment exactement ou à très peu près les

mêmes proportions de nickel. C'est bien le même fer. Par conséquent, puisque cet échantillon des autres mondes est identique à celui que nous envoie le centre de la Terre, c'est une présomption de plus pour avancer que la composition des planètes doit être partout la même. La Terre et les autres planètes paraissent être faites avec les mêmes matériaux. Il doit y avoir, sinon similitude absolue, du moins très grande analogie entre les éléments constitutifs de tous les mondes.

Le fer natif existe donc bien sur Terre. La nature fait dans ses vastes laboratoires souterrains ce que l'homme moderne pratique en transformant le minerai et la fonte dans ses hauts fourneaux et dans ses forges. Elle fabrique même du fer d'excellente marque. Il aura fallu un voyage au Groënland pour nous apprendre qu'il y a du fer naturel sur terre. Quand l'homme connaîtra-t-il sa demeure?

(*Le monde de la Science et de l'Industrie.*)

Pluie de poussière observée dans la région d'Embrun. Lettre de M. **Templier**, Membre de la Commission météorologique des Hautes-Alpes.

Le 25 avril, une pluie de poussière est tombée dans la région d'Embrun. De 10^h du matin à 4^h du soir nous avons été enveloppés d'une brume épaisse de couleur rousse. A Embrun, la chute de la poussière n'était pas très sensible: nous remarquions à peine de loin en loin quelques rares gouttelettes d'eau. Mais, dans les villages bâtis sur les versants des montagnes, les gouttelettes étaient plus nombreuses. Elles étaient accompagnées d'un dépôt lent de sable farineux. Le phénomène a été observé par tout le monde et a même produit un certain effroi. Dans ces villages, des personnes qui étaient en plein air ont eu en peu de temps leurs habits recouverts d'une mince couche boueuse.

Le 26, les neiges des montagnes voisines (distance en ligne droite, 8^{km} à 16^{km}) avaient perdu leur blancheur. Sur les points éloignés la couleur de la neige tirait sur le noir, tandis qu'aux endroits rapprochés elle était jaunâtre. Les fleurs blanches de notre jardin étaient tachées par une matière jaune pulvérulente. Dans le pluviomètre, je trouvai 2^{mm} d'eau qui étaient tombés pendant la nuit et une poudre jaune qui y était détrempée. J'eus un instant la pensée de vous envoyer cette eau terreuse, mais j'y renonçai bientôt par la raison que, le pluviomètre n'ayant pas été rincé depuis quelques jours, d'autres dépôts avaient pu s'y former. Afin de me procurer cette poussière dans de meilleures conditions, je résolus de faire le lendemain l'ascension d'une montagne pour y recueillir la neige maculée et la filtrer.

Ma déception fut grande lorsque je vis, à 3^h du matin, que les montagnes avaient été poudrées à blanc pendant la nuit. Depuis cette date, le sable précieux est entre deux couches de neige.

Si vous désirez analyser cette poussière et l'examiner au microscope, je me hâterai de vous en faire parvenir un flacon.

Voici, pour le 25 avril, les observations de la station d'Embrun : baromètre, 767^{mm}-765^{mm}; thermomètre maximum, 21°; minimum, 9°; état du ciel, couvert; vent, depuis quelques jours Ouest et Sud-Ouest.

D'après les informations que j'ai prises, ce nuage roussâtre a été observé non seulement dans tout le département des Hautes-Alpes, mais encore dans celui de l'Isère.

— Dans la séance du 10 mai, l'Académie des Sciences a reçu plusieurs Communications intéressantes sur des phénomènes analogues observés sur divers points de la France.

Dans le prochain numéro du *Bulletin*, nous rendrons compte de ces Notes, ainsi que d'une pluie de poussière tombée en Algérie le 15 avril et signalée dans une lettre adressée à M. G. Tissandier par M. Lallemant.

M. **J. Galli**, directeur de l'Observatoire de Velletri, a envoyé à l'Association scientifique une Note sur un nouveau sismographe qu'il a fait construire.

« Avant de présenter au public, dit M. Galli, ce nouveau sismographe, j'ai voulu attendre une secousse de tremblement de terre. La secousse attendue eut lieu le 13 octobre dernier, à $12^h 50^m$. Elle fut si légère, que presque personne ne s'en aperçut. Néanmoins elle fut nettement indiquée, quant à la direction et l'intensité, aussi bien qu'à l'instant de son apparition.

» Précisément, ce jour-là, j'avais l'honneur de recevoir M. le professeur Ferrari, qui put constater la promptitude et la précision avec lesquelles l'instrument enregistra les différents accidents du phénomène. »

M. Gauthier-Villars adresse à l'Association trois nouveaux Volumes sortant de son imprimerie : « Observations météorologiques en ballon »; par M. **Gaston Tissandier**. « Le rôle des vents dans les climats chauds »; La constitution intérieure de la Terre », par M. **R. Radau**.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

30 MAI 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 9.

CONGRÈS DES SOCIÉTÉS SAVANTES DES DÉPARTEMENTS,

TENU A LA SORBONNE, DU 31 MARS AU 3 AVRIL 1880.

Section des Sciences.

Dans un précédent numéro du *Bulletin*, nous avons reproduit le Rapport général de M. Blanchard sur les travaux présentés au Comité des Sociétés savantes pendant le cours de l'année 1879 et récompensés par M. le Ministre de l'Instruction publique dans la séance plénière du 3 avril (¹). Aujourd'hui nous rendrons brièvement compte des principales Communications faites à la Section des Sciences, dont les séances ont eu lieu les trois jours précédents.

Séance du 31 mars.

PRÉSIDENCE DE M. MILNE EDWARDS.

I.

Au commencement de la première séance, M. **Lemoine**, professeur à l'École de Médecine de Reims, présente les deux premières livraisons d'un Ouvrage sur la *Flore actuelle des environs de cette ville*, et il place ensuite sous les yeux des membres du Congrès les moulages des pièces les plus importantes de la faune fossile de l'époque miocène inférieure de la même localité, dont la découverte lui est due. L'année dernière, à pareille époque, M. Lemoine a fait connaître les résultats intéressants auxquels il était parvenu, et il donne maintenant des renseignements complémentaires sur ses trouvailles. Dans sa séance du 1er mars, l'Académie des Sciences

(¹) *Voir* le *Bulletin hebdomadaire* du 25 avril dernier.

a accordé à ce travail une récompense considérable, et le Rapporteur de la Commission à l'examen de laquelle le manuscrit de M. Lemoine avait été soumis (M. Alphonse Milne Edwards) en a rendu compte dans les termes suivants :

« M. Lemoine s'occupe depuis longtemps déjà de l'étude des Vertébrés fossiles des environs de Reims, et il a présenté à votre Commission un travail important sur ce sujet. Les renseignements que nous possédons sur les animaux qui habitaient le bassin de Paris à l'époque du dépôt des premières couches éocènes se réduisent à peu de chose. Le conglomérat de l'argile plastique, les grès de la Fère, les lignites du Soissonnais et les sables de Cuise-la Motte avaient fourni divers Mammifères, un Oiseau, quelques Reptiles et des Poissons. M. Lemoine a été, dans ses recherches, plus heureux que ses devanciers, et il a reconnu dans ces couches plus de soixante-dix types génériques ou spécifiques, dont la plupart étaient inconnus.

» Des Carnassiers appartenant aux genres Arctocyon, Proviverra et Hyænodictis vivaient, à cette époque, à côté de nombreux Herbivores, parmi lesquels nous citerons : cinq Piésiadapis et plusieurs espèces fort semblables aux Miacis et aux Opistothonus, qui avaient été déjà signalés en Amérique par M. Cope; les Decticadapis, qui offrent certaines ressemblances avec les Rongeurs et avec les Édentés; les Hyracothérhiums, les Lophiochærus et les Pleuraspidothériums, qui constituent une forme zoologique nouvelle; enfin deux Dichobunes, trois Hyracothériums, un Lophiothérium et plusieurs grands Lophiodons.

» Un Oiseau gigantesque, très voisin du *Gastornis parisiensis*, a aussi été décrit par M. Lemoine, ainsi que de nombreux Reptiles et des Poissons ganoïdes, téléostéens et placoïdes.

» Un Atlas de quatre-vingt-quatorze planches accompagne le texte qui nous a été soumis et permet de suivre et de vérifier les descriptions.

» Il est à regretter que, dans ces couches anciennes des terrains tertiaires, on trouve rarement des pièces osseuses complètes. A part quelques exceptions, les ossements sont très fragmentés; on rencontre le plus souvent des dents isolées. Il est alors très difficile de reconnaître quels sont les débris qui appartiennent à une même espèce ou à un même genre. Il faut une étude bien attentive pour ne pas reconstituer un animal avec des fragments provenant de types différents. C'est là une des principales difficultés contre lesquelles M. Lemoine a eu à lutter, et il a toujours eu soin d'indiquer quelles étaient les parties qu'il avait trouvées en connexion et quelles sont celles qu'il a rapprochées artificiellement, ce qui permettra de vérifier l'exactitude de ses recherches. »

II.

Nouvelles observations sur l'Archæopteryx; par **M. Ch. Vogt**, professeur à l'Université de Genève.

L'*Archæopteryx* est un Vertébré emplumé (ou pennifère, si l'on emploie la nomenclature zoologique proposée par Blainville) qui vivait à l'époque jurassique et qui a laissé des débris dans le calcaire lithographique de Solenhofen, en Bavière. Son existence fut révélée aux naturalistes en 1861, par la découverte de l'empreinte d'une plume isolée. Herman von Mayer donna au fossile dont ce débris provenait le nom d'*Archæopteryx lithographica.*

Peu de temps après, on trouva dans le même dépôt géologique une portion considérable du squelette d'un animal dont la queue et les membres antérieurs étaient garnis de longues plumes. Le professeur Andreas Wagner n'eut pas l'occasion d'examiner ce fossile, mais il le considéra comme étant un Reptile de la famille des Ptérodactyles et il proposa d'en former un nouveau genre sous le nom de *Griphosaurus.* Enfin l'illustre paléontologiste anglais, M. Richard Owen, ayant acquis pour le Musée britannique de Londres (au prix de 25000fr) ce singulier fossile, en fit l'objet d'une étude attentive, et, à raison de l'ensemble des caractères anatomiques dont il lui fut possible de constater l'existence, il n'hésita pas à ranger cet animal dans la classe des Oiseaux, bien que la portion caudale de son squelette, au lieu d'être courte et ramassée comme chez tous les Oiseaux actuels dont le développement est achevé, est très allongée, comme chez les Lézards. En conséquence, M. Owen reconnut aussi que les plumes de cette espèce éteinte ne différaient pas de la plume d'après laquelle H. von Mayer avait établi le genre *Archæopteryx*, et, par conséquent, il conserva à ce fossile ce dernier nom.

Récemment, un second exemplaire de l'*Archæopteryx* de Solenhofen, beaucoup plus complet que le précédent, a été trouvé. A raison du prix excessif que le propriétaire de cette pièce en demanda (30000 marcs), elle n'est pas encore à la disposition des zoologistes; mais M. Ch. Vogt a pu en obtenir des photographies de grandeur naturelle, qu'il place sous les yeux des membres de l'assemblée et qu'il accompagne d'un commentaire très intéressant.

Cet étrange animal, dit M. Ch. Vogt, a bien de l'Oiseau le bassin, les pattes postérieures et les plumes, mais, par la structure de toute la portion antérieure du squelette, il ressemble davantage à un Reptile; ses mâchoires sont dentées, ses vertèbres cervicales sont munies de crêtes, ses côtes sont arrondies et sans apophyses récurrentes; il paraît ne pas avoir de

sternum; l'humérus est celui d'un Crocodilien; le radius et le cubitus ne sont pas soudés entre eux comme chez les Oiseaux, et la main est représentée par trois doigts bien séparés entre eux et terminés chacun par une griffe. Malgré le grand développement des plumes qui sont insérées sur l'avant-bras, M. Vogt pense que ces organes ne constituaient pas des rames appropriées au vol et devaient fonctionner seulement à la façon de parachutes comparables aux ailes membraneuses des Ptérodactyles. Enfin, la grande queue emplumée de l'*Archæopteryx* lui paraît indiquer que cet animal n'était pas organisé pour le vol.

M. Vogt présente ensuite des considérations sur la marche de l'adaptation de l'organisme pour le vol et la station debout chez les animaux en général. Il établit que ces deux tendances sont entièrement séparées, la station debout, résultant de la structure des jambes telle qu'elle se montre chez les Dinosauriens et les Oiseaux, étant entièrement distincte de l'adaptation au vol. Quant à cette dernière, elle dépend des éléments tégumentaires qui doivent servir au vol; si c'est une membrane tendue, dépendante de la peau du corps, les doigts, au nombre primitif de cinq, s'allongent, deviennent toujours plus libres et plus minces, tandis que dans l'adaptation par la production de plumes les doigts diminuent en nombre, s'aplatissent et se soudent tout en s'allongeant. En résumé, M. Vogt croit pouvoir démontrer que l'*Archæopteryx* fournit la preuve de la descendance des Oiseaux en partant des Reptiles, mais il pense que cet animal est beaucoup plus rapproché des derniers que des premiers.

Une discussion s'engage à ce sujet entre M. Vogt et M. Alphonse Milne Edwards. Ce dernier considère l'*Archæopteryx* comme se rapprochant du type avien beaucoup plus que du type reptilien. Il insiste sur la valeur zoologique du caractère tiré de l'existence de plumes, et la dénudation apparente du tronc ne lui paraît pas légitimer l'hypothèse de l'existence d'écailles. Il fait remarquer que, dans la photographie placée sous les yeux de l'assemblée, on voit dans la structure de l'humérus des dispositions indicatrices de l'existence de muscles pectoraux très puissants. Il rappelle que, dans l'exemplaire étudié par M. Owen, on aperçoit les restes d'une fourchette bien développée, et il ajoute que l'existence de dentivitations ou même de dents proprement dites n'est pas incompatible avec le mode d'organisation des Oiseaux proprement dits. M. A. Milne Edwards cite à ce sujet l'*Hesperornis*, qui ne volait pas, et l'*Ichthyornis*, qui était au contraire bon voilier. Ce dernier, découvert dans les dépôts crétacés supérieurs du Kansas, porte à chaque mâchoire des dents nombreuses et implantées dans des alvéoles spéciaux. Dans l'opinion de ce

naturaliste, l'*Archæopteryx* était un mauvais voilier, un Oiseau pêcheur peut-être, et aurait certains traits de ressemblance avec les Sauriens, mais serait bien un Oiseau ([1]).

III.

Mémoire sur le kif, en Algérie, au point de vue de la consommation, de l'influence sur la santé et de la réglementation administrative; par M. **Bertherand**, secrétaire général de la Société des Sciences physiques, naturelles et climatologiques d'Alger. Travail présenté et analysé par M. le Dr de Pietra-Santa.

Le *kif*, ou *haschich*, est une liqueur enivrante qui est tirée du chanvre et qui produit sur l'économie des effets analogues à ceux produits par l'inhalation de la fumée d'opium. Les musulmans, qui, pour obéir au Koran, s'abstiennent de vin et d'autres liquides alcooliques, mais qui veulent se procurer les jouissances données par les excitants de ce genre, font souvent usage du kif, et il en résulte des inconvénients graves pour la santé de ces personnes. Ce genre d'intoxication est fréquent en Algérie, et M. Bertherand pense que, pour s'opposer aux progrès du mal, il faudrait prendre les mesures suivantes :

([1]) A l'occasion de cette Communication, M. Milne Edwards a reçu de M. Owen une Lettre dont nous nous empressons de donner ici un extrait :

« Richmond Park, le 14 avril 1880.

» J'ai appris avec satisfaction l'opinion que vous avez exprimée concernant les affinités naturelles de l'*Archæopteryx*. D'après une traduction de la Communication de M. le professeur Vogt, il me paraît que ce savant considère cet animal comme n'ayant eu des plumes bien développées que sur les ailes et la queue, et que le tronc était couvert d'écailles ou de scutelles.

» J'ai passé la majeure partie de ma jeunesse dans le voisinage d'une plage sablonneuse qui à chaque marée basse découvrait dans une grande étendue, et je me souviens d'y avoir trouvé la carcasse d'une Mouette (*Larus*), qui était réduite à la peau et aux membres. Les os des pattes étaient retenus d'une manière si lâche, que les mouvements de la vague suffisaient pour les faire changer de côté, et les plumes restées adhérentes ne consistaient guère qu'en celles des ailes et de la queue. Toutes les parties les plus délicates du plumage avaient disparu, et c'est dans un état analogue que le cadavre du premier exemplaire de l'*Archæopteryx* me paraît avoir été enfoui dans le sédiment fin et boueux déposé par les marées successives. Le sédiment boueux dont se composait le calcaire lithographique était particulièrement propre à conserver les empreintes des corps organiques les plus délicats. La plume figurée par H. von Mayer et la plume isolée qui se voit à côté du corps de mon *Archæopteryx* sont de la nature des plumes du tronc. *A fortiori*, les empreintes d'une armure d'écailles ou de scutelles auraient été conservées si ce revêtement avait existé, et je vous autorise à faire des remarques précédentes tel usage que vous jugerez convenable.

1° Prévenir et réprimer l'abus du kif dans les trois provinces de l'Algérie;

2° En tolérer l'usage, à la condition de le réglementer;

3° Instruire la jeunesse notamment sur les résultats graves et les dangers du kif ou haschich comme substance enivrante.

M. le Président fait remarquer qu'on arriverait, selon toute apparence, à beaucoup restreindre l'usage du haschich en frappant d'un droit très élevé les débitants.

M. de Pietra-Santa trouve quelque difficulté à frapper d'un impôt considérable une substance de la plus minime valeur.

M. le capitaine Bordier fait observer que le kif est inconnu dans les campagnes, que son usage n'est désastreux que dans les villes. Dans son opinion, la mesure proposée par M. le Président serait très applicable.

IV.

M. **Mégnin** traite de la *caducité des crochets et du scolex lui-même chez certaines espèces de Ténias.*

Les Ténias, lorqu'ils existent sous la forme de vésicule hydatique, forme qui succède à l'embryon fusiforme, se multiplient d'abord (ou ont une tendance à se multiplier) par dédoublement ou scissiparité. Puis apparaît la multiplication par *scolex*, véritables *stolons* armés de griffes d'implantation et de ventouses d'adhérence qui entrent en action aussitôt qu'ils sont séparés de la vésicule mère. Enfin ces *stolons* produisent par bourgeonnement des anneaux qui restent adhérents et dont l'ensemble constitue le strobile ou état rubanaire.

La maturation des œufs chez quelques Ténias est le signe de la cessation des fonctions du scolex, qui à ce moment cesse de bourgeonner et de produire des anneaux; son rôle est fini. Alors il se résorbe progressivement, perd d'abord ses crochets, puis ses ventouses s'effacent, et lui-même finit par disparaître totalement par régression ou résorption. Le ténia est alors littéralement acéphale, mais ses anneaux continuent à grandir, à se sexuer, à se remplir d'œufs et à se détacher successivement jusqu'au dernier qui a été produit par le scolex.

Ainsi finit naturellement le parasite. C'est ce qui a été constaté chez le *Tænia infundibuliformis* des Gallinacés, chez le *Tænia lanceolata* des Palmipèdes et chez le *Tænia serrata* du Chien.

V.

M. **Filhol**, professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Toulouse, communique le résultat de recherches qu'il a exécutées pour expliquer la *transformation des monosulfures alcalins en polysulfures, soit par l'action du chlore, du brome*

ou de l'iode sur les solutions de monosulfures, soit par l'action combinée de l'oxygène et de l'acide carbonique.

M. Filhol établit que, si l'on ajoute à la solution d'un monosulfure alcalin des quantités graduellement croissantes de chlore, de brome ou d'iode, il se produit successivement du bisulfure, du trisulfure, du tétrasulfure et du pentasulfure sans le moindre dépôt de soufre.

Quand une solution très diluée de monosulfure de potassium ou de sodium est abandonnée au contact de l'air, à la température ordinaire, il n'y a pas formation de polysulfure, et le sulfure se transforme en sulfate. Il en est autrement quand on ajoute à une solution de monosulfure de l'eau chargée d'oxygène et d'acide carbonique, en quantité convenable. Dans ce dernier cas, il y a formation de polysulfure et de carbonate alcalin. L'addition à l'eau polysulfurée d'une nouvelle quantité d'eau tenant en dissolution de l'oxygène et de l'acide carbonique détermine un dépôt de soufre dans un état de division extrême. M. Filhol explique ainsi le blanchiment de certaines eaux thermales sulfurées.

VI.

M. le Dr **Caradec** fils, de Brest, fait une Communication intitulée : *De la mortalité des enfants de* 0 *à deux ans dans la ville de Brest* (1877-1879), *de ses causes et des moyens d'y remédier; synthèse des préjugés bretons concernant l'hygiène et les maladies des enfants.*

M. Caradec, dans la première Partie de son travail, met en parallèle la proportion des naissances et des décès; puis, dans trois Tableaux cliniques, il spécifie les diagnostics afin de saisir sur le vif les causes immédiates de la mortalité des enfants, qui sont : 1° le ralentissement de l'allaitement maternel; 2° l'ignorance, la misère et la superstition; 3° l'insalubrité des logements; 4° la constitution climatérique; 5° les habitudes d'ivrognerie de la population influençant la progéniture, ainsi que le fait aussi la syphilis. En face de ces causes de mortalité, il place avec méthode les remèdes à y apporter.

Dans la seconde Partie de ce Mémoire, l'auteur donne la synthèse des préjugés bretons relatifs : 1° aux ingesta; 2° aux cubita; 3° aux vestita; 4° aux gesta; 5° aux applicata; 6° aux percepta; 7° aux maladies des enfants, concernant : (A) la vaccination; (B) la dentition; (C) les vers; (D) les maladies des voies digestives; (E) les gourmes; (F) les fièvres d'accès; (G) les fièvres éruptives; (H) les maladies nerveuses; (I) les maladies des yeux et des oreilles.

M. Caradec termine son travail par une étude pittoresque

des préjugés relatifs aux usages superstitieux, aux pratiques des charlatans, rebouteurs, sorciers de toute sorte, dont le triste spectacle nous est offert dans diverses parties de la Bretagne.

La conclusion générale fait appel à l'élaboration d'une loi sur la Médecine illégale, qui préserve à la fois les populations et les médecins. (*A suivre.*)

OMMUNICATIONS DIVERSES SUR DES PLUIES DE POUSSIÈRE SUR DIFFÉRENTS POINTS EN FRANCE ET EN ALGÉRIE DU 15 AU 26 AVRIL DERNIER.

I.

Pluie de poussière observée, du 21 au 25 avril 1880, dans les départements des Basses-Alpes, de l'Isère et de l'Ain. Note de M. **Daubrée**.

D'après une Communication qu'a bien voulu me faire M. Arnaud, notaire à Barcelonnette (Basses-Alpes), il a commencé à tomber le 21 avril, dans la vallée de Barcelonnette, une vraie pluie de poussière, qui a donné à la neige une nuance roussâtre bien prononcée. Le dimanche 25, le phénomène s'est accentué. Des nuages lourds, opaques, ressemblant à un grand brouillard jaunâtre, ont traversé la vallée tout le jour, y répandant, avec un peu d'eau, une poussière très visible. Au bout d'un quart d'heure, elle marquait déjà sur les vêtements des promeneurs.

En examinant les hautes montagnes qui avoisinent la ville, M. Arnaud remarqua que la neige était devenue rougeâtre jusqu'à l'altitude de 2800^{m} à 3000^{m}, au-dessus de laquelle elle était restée blanche.

Le lendemain, un homme muni de bidons et d'une truelle partit pour recueillir la matière rouge. Il en rapporta en ville qui provenait de l'altitude de 2000^{m}. Vue de près, la neige du 25 avril était rougeâtre, et son eau de fusion avait la même couleur. Cette dernière, passée sur des filtres, a abandonné une substance que M. Arnaud m'a transmise pour l'examiner.

On doit se féliciter d'autant plus de cet empressement qu'une nouvelle couche de neige, qui tomba le 27, fit disparaître le phénomène.

D'après M. Arnaud, une poussière semblable a été observée le même jour, 25 avril, à 30^{km} à l'ouest de Barcelonnette, à Seyne-les-Alpes; en outre, le même jour aussi, suivant une Lettre de M. Henri Vincent, administrateur du *Courrier du Dauphiné,* en diverses localités du département de l'Isère, à Bernin, canton de Grenoble, et au Touvet, dans la vallée de Grésivaudan, ainsi qu'à Charavines, près du lac de Paladru. Les ménagères qui cueillent des feuilles de mûrier pour leurs vers à soie ont été obligées de les essuyer; en passant les

doigts sur les feuilles tachées de cette boue jaunâtre, on sentait comme de la terre ou de la cendre. Les mêmes remarques ont été faites, le 26 avril, dans la commune de Chantesse (Isère) : toutes les feuilles des arbres et des plantes avaient leur couche terreuse.

« S'il ne pleuvait pas depuis trois semaines dans le département, est-il ajouté, on pourrait croire que c'est la poussière soulevée par le vent qui a occasionné sur ces feuilles des taches de boue; mais il n'en est rien, car l'eau, qui fait de nos champs de petits lacs et de nos chemins des cloaques, n'a pas laissé la moindre apparence de poussière sur terre. »

Le *Journal de l'Ain* signale également, et pour la même date, le phénomène dans ce département.

Il est à remarquer, avant tout, que la poussière recueillie, comme on vient de le voir, à l'altitude de 2000^m, est mélangée de filaments organiques, tout à fait semblables à ceux du filtre grossier sur lequel elle a été recueillie et auquel elle les a visiblement empruntés.

Elle a une couleur jaune brun, un peu plus rougeâtre que la poussière ordinaire de la limonite; elle est à peu près impalpable. Chauffée dans un tube, elle noircit en donnant lieu à un dégagement d'eau et de matières organiques d'une odeur prononcée. Soumise à froid à l'acide chlorhydrique étendu d'eau, elle fait fortement effervescence et manifeste la présence de carbonate de chaux en forte proportion. L'acide chlorhydrique bouillant lui enlève la couleur jaune, laissant un fort résidu. Ce résidu, au chalumeau, est fusible en un globule blanc.

En agitant ce résidu sous l'eau, on y voit miroiter de nombreuses paillettes nacrées ressemblant au mica. Quelques-unes sont brunes, fortement dichroïques, et présentent tous les caractères du mica. D'autres lamelles, complètement transparentes, affectant des contours cristallins très nets, prennent entre les nicols croisés des teintes fort vives, malgré leur faible épaisseur, et paraissent être du mica blanc.

En outre, on y trouve de petits prismes dichroïques et s'éteignant en long comme la hornblende. Quelques grains violacés, transparents, n'agissant pas sur la lumière polarisée, mais sans contours cristallins, pourraient être du grenat.

Quant aux fragments les plus nombreux, qui sont complètement transparents et agissent sur la lumière polarisée, ils ont souvent des bords rectilignes et quelquefois des contours rectangulaires ou polygonaux qui ressemblent à ceux des feldspaths. De plus, ils présentent des apparences de clivage, et, entre les nicols croisés, ils se colorent d'une teinte uniforme, ce qui prouve la structure lamelleuse. Ceux de ces cristaux qui sont de la forme rectangulaire s'éteignent paral-

lèlement à leurs côtés; les autres s'éteignent obliquement. D'après ces caractères, il est vraisemblable que les fragments dont il s'agit appartiennent à l'orthose. D'autres, caractérisés par la macle de l'albite, doivent être rapportés à un feldspath triclinique.

L'absence de débris transparents et arrondis, attestée par le microscope, est d'accord avec le caractère de fusibilité pour démontrer l'absence du quartz ou au moins la prédominance de l'orthose parmi les espèces feldspathiques. Tous ces grains sont extrêmement petits; la plupart ont de $0^{mm},01$ à $0^{mm},05$.

La quantité de substance qui m'a été adréssée était trop faible pour qu'il ait été possible d'en faire une analyse quantitative.

M. Poisson, aide-naturaliste au Muséum, dans l'examen qu'il a eu l'obligeance de faire, a remarqué, outre les feuilles aciculaires visibles à l'œil nu, et qui appartiennent au mélèze : 1° des fibres libériennes et des fragments de tiges; 2° des poils de laine; 3° des grains d'amidon de légumineuses; 4° des traces de téguments d'infusoires; 5° deux espèces de diatomées, appartenant aux genres *Navicula* et *Melosira*. Sauf ces derniers, qui peuvent très bien se trouver dans la neige, il est probable que les autres débris ne lui appartiennent pas, ainsi qu'on l'a dit plus haut.

Il est à regretter que la poussière ne nous ait pas été envoyée avec son eau de neige; car on aurait pu reconnaître, non seulement les corps organiques dont elle était réellement mélangée, mais aussi la nature des sels solubles que cette eau pouvait renfermer.

Aucune parcelle n'est attirable au barreau aimanté, ce qui montre qu'il n'y a ni fer natif ni oxyde magnétique.

La poussière dont il s'agit n'est donc pas d'origine cosmique.

Elle est de nature terrestre et a dû être apportée, par des courants aériens, de régions plus ou moins distantes. Elle ne peut être assimilée aux cendres volcaniques que les vents transportent souvent au loin, comme on l'a vu pour la poussière tombée sur la Norvège et la Suède en mars 1875, et qu'on a reconnue provenir d'Islande, avant qu'on apprît qu'une violente éruption volcanique avait eu lieu à cette extrémité de l'Europe. Par sa composition, cette poussière s'éloigne également du sable du Sahara, riche en grains quartzeux, qui est souvent aussi entraîné au loin [1].

Parmi les chutes de poussière qui ont été observées, et dont M. Gaston Tissandier a récemment donné un relevé, dans son intéressant Ouvrage sur *les Poussières de l'air*, j'en rappellerai deux, appartenant également à la France.

---

[1] Pluie de sable qui est tombée sur une partie de l'archipel des îles Canaries le 18 février 1863.

L'une, qui a eu lieu les 16 et 17 octobre 1846, a été précédée de plusieurs orages et a coïncidé avec une grande perturbation de l'atmosphère. En faisant connaître ces faits, M. Alphonse Dupasquier, qui a fait l'examen chimique de la matière terreuse, a remarqué que l'eau tombée avec elle tenait en dissolution une quantité de sels divers bien plus notable que l'eau de pluie ordinaire. D'après les observations recueillies par Arago, le phénomène a commencé à la Guyane, s'est étendu sur l'État de New-York, s'est retrouvé aux Açores, est arrivé dans la France centrale et orientale, a traversé les Alpes du côté du mont Cenis pour aller s'effacer graduellement en Italie.

Une autre pluie de poussière, signalée par M. J. Bouis, a été vue le 1er mai 1863, dans les Pyrénées orientales, ainsi que dans les Cerdagnes française et espagnole, également à la suite d'un orage violent.

Les observations météorologiques faites à l'École normale de Barcelonnette, qui m'ont été communiquées, ne permettent pas de juger de la nature des mouvements de l'atmosphère à l'époque où a eu lieu cette dernière pluie de poussière ni de rechercher son itinéraire.

Quoi qu'il en soit, sa composition chimique se rapproche de celle des pluies des 16 et 17 octobre 1846 et du 1er mai 1863. Ces dernières étaient également formées d'un silicate alumineux, mélangé de carbonate de chaux en forte proportion, d'hydrate de peroxyde de fer et de matières organiques.

On ne peut pousser la comparaison plus loin, parce que les poussières des dates antérieures n'ont pas été étudiées minéralogiquement (1).

II.

Pluie de boue tombée à Autun. Note de M. **F. de Jussieu.**

Le jeudi 15 avril 1880, une *pluie de boue*, d'une nature singulière, est tombée sur la ville d'Autun (Saône-et-Loire).

C'est à l'aurore que ce phénomène s'est manifesté; le ciel était fortement obscurci; vent d'ouest, sans tourmente ni rafales; temps calme; on n'a remarqué ni éclairs, ni tonnerre; d'ailleurs l'air était froid; le thermomètre ne s'est pas élevé au-dessus de 5° C.

Des nuages noirs remplissaient l'espace et laissaient échapper une pluie très dense. Il semblait qu'un épais brouillard enveloppait la ville; ses vapeurs avaient une opacité extraordinaire, témoignant d'un phénomène insolite. C'est qu'en effet l'eau

---

(1) *Voir* le *Bulletin* du 23 mai.

qui tombait du ciel en grande abondance répandait en même temps sur son passage *une poussière terreuse, extrêmement fine, de couleur rouge, rappelant celle de la brique.*

Après dessiccation, la couleur rouge est devenue moins vive; un échantillon joint à la présente Note permettra d'en juger. Cet échantillon est accompagné de feuilles de pivoine, portant les traces de l'eau boueuse qu'elles ont reçue. Je les ai ramassées pour montrer la provenance aérienne de la poussière en question et permettre de se rendre un compte plus exact du phénomène rapporté. Toutefois, il est bon de noter que je n'ai cueilli ces feuilles que le lendemain; elles ont donc perdu une quantité considérable de la boue qui les avait imprégnées; néanmoins, leur épiderme en a suffisamment conservé pour être examiné avec fruit.

Cette poussière est tombée en grande abondance, au point même d'avoir causé quelques mésaventures en différents quartiers de la ville : c'est ainsi que des étoffes, blanchies la veille avec soin et laissées en plein air pour recevoir la rosée de la nuit, se trouvèrent le lendemain matin dans un tel état de souillure, qu'il fut nécessaire de les lessiver à nouveau; et d'autres faits du même genre sans intérêt scientifique.

L'analyse chimique révèle dans la poussière en question la présence du fer à l'état de combinaison, et peut-être aussi celle du plomb.

Au moment où nous terminions cette analyse, les journaux nous apprennent qu'une *pluie de sable* est tombée en Sicile le 10 avril dernier. Ce sable contenait, dit-on, une grande quantité de fer à l'état métallique, ou recouvert d'une légère couche d'oxyde. Invinciblement, on rapproche ces deux phénomènes, qui, à cinq jours d'intervalle, se sont produits à une grande distance, donnant lieu à des dépôts assimilables.

M. **Daubrée**, à l'occasion de cette Communication, fait les observations suivantes :

Je viens d'examiner la poussière tombée à Autun, dont M. F. de Jussieu a adressé à l'Académie quelques parcelles.

Elle présente l'aspect de la poussière recueillie dix jours plus tard dans les départements des Basses-Alpes, de l'Isère et de l'Ain. De plus, elle en a les caractères minéralogiques : effervescence aux acides, mélange de peroxyde de fer hydraté, présence de paillettes de mica, résidu des acides fusible et principalement feldspathique.

La chute de poussière dont il s'agit se serait donc manifestée en France, dès le 15 avril, et au moins pendant les dix jours suivants.

III.

Pluies terreuses en Algérie. Note communiquée au journal *la Nature* par **M. Ch. Lallemant.**

Le 24 avril 1880, une pluie de poussière a eu lieu à l'Arba et dans les environs; à ma connaissance, elle a couvert le sol sur une surface de 200^{kmq} environ.

Voici l'état de l'atmosphère et ce qui s'est passé avant la chute de cette poussière.

La journée du 23 avril a été très fatigante; le ciel avait une teinte fauve isabelle ou ocracée, et les rayons du Soleil étaient obstrués par cette teinte. Le thermomètre a atteint 28° à l'ombre; pas trace de vent, mais on sentait qu'il y avait du siroco ou vent du sud dans les régions élevées de l'atmosphère. Le temps était à l'orage, et tout faisait présager de l'eau.

Vers 7^h du soir, quelques gouttes de pluie boueuse sont tombées en quantité suffisante à l'Arba pour mouiller légèrement le sol et déposer partout un véritable badigeonnage rougeâtre limoneux. Dans d'autres localités, la pluie boueuse a été plus ou moins forte.

Le lendemain 24, le temps a continué à être orageux, mais sans cette teinte rougeâtre de la veille. Le Soleil n'a pu se faire voir que quelques fois. Ciel couvert dans quelques régions, surtout celle de l'Ouest, quand vers 4^h on entend quelques roulements sourds, puis un formidable coup de tonnerre qui ébranle tout, auquel succèdent quelques roulements lointains; immédiatement après, une pluie boueuse plus forte que celle de la veille forme des ruisseaux limoneux et des flaques ocracées partout. A cette pluie se trouve mêlés des grêlons de la grosseur d'un petit pois, très irréguliers, les uns discoïdes, les autres anguleux, tous d'un blanc laiteux parfait. Je constate qu'ils ne contiennent pas trace de poussière ou de corps étrangers.

Aujourd'hui 26, le temps s'est remis un peu au beau : un peu de pluie ce soir, mais la terrine que j'ai mise pour recueillir l'eau ne contient plus de poussière.

C'est la troisième fois de l'année que ce phénomène se produit ici, à l'Arba : la première en mars vers la fin du mois (du 25 au 28), la deuxième le 23 avril à 7^h et la troisième le 24 à 4^h du soir (1).

(1) Notre correspondant a joint à cette intéressante Communication quelques échantillons de la poussière. Cette poussière est jaunâtre, farineuse; vue au microscope, elle offre un caractère différent de celui des pluies de poussière qui proviennent du Sahara.

Le nouvel étalon de lumière de M. L. Schwendler. Note de M. **Franck Géraldy.**

La mesure exacte d'une quantité quelconque ne peut être obtenue, même avec les méthodes d'expérience les plus précises, si l'unité à laquelle on entend la rapporter n'est pas absolument constante. Au cas où la nature des choses ne permettrait point cette constance, les causes de variation doivent être connues en nature et en grandeur, afin de permettre d'introduire avec précision les corrections nécessaires.

C'est ainsi que M. Schwendler commence la Note où il propose une nouvelle unité lumineuse, et l'on ne saurait mieux dire pour faire comprendre dès l'abord l'utilité de son entreprise.

Il est trop clair, en effet, que les étalons lumineux (car, par surcroît, il y en a plusieurs) ne sont ni constants ni susceptibles de correction. Une bougie d'un poids connu, une lampe brûlant une certaine quantité d'huile, un bec de gaz consommant un volume donné : voilà tout. On ne tient compte ni des variations du courant d'air, ni des longueurs de mèche, ni de cent autres circonstances; aussi n'avait-on même pas pu établir, d'une façon sérieuse, le rapport de ces diverses unités, détermination si indispensable. Rien ne prouve mieux l'état d'enfance où se trouve encore la science de la lumière que l'acceptation d'unités aussi peu scientifiques.

M. Schwendler commence par établir nettement et par des nombres l'insuffisance de celle qu'il avait à sa disposition, la bougie représentant l'unité anglaise appelée *candle*. Il la compare à son nouvel étalon, qu'il considère comme constant, et trouve, avec quatre bougies dans des intervalles qui n'excèdent point vingt-quatre minutes, des variations de 17,6, 59, 46 et 72 pour 100. La moindre différence dans l'état de la mèche, le renouvellement de l'air, exercent des influences énormes. M. Schwendler fait remarquer justement que cette inconstance de l'étalon non seulement vicie les mesures, mais encore rend les méthodes elles-mêmes douteuses, parce qu'elle en empêche la critique, en sorte que le progrès entier de la science est entravé par ce défaut originel.

Ayant ainsi montré le vice, M. Schwendler se propose d'y porter remède, et, pour cela, il pense avoir créé une source de lumière absolument constante *au moyen de l'effet calorifique d'un courant constant passant à travers un conducteur de masse et de dimensions données :* ce sont ses propres expressions (¹).

(¹) M. Haskins avait déjà proposé une unité fondée sur ce principe.

Voici comment il a satisfait aux conditions qu'il s'imposait.

Il choisit pour source électrique quelques éléments de force électromotrice assez élevée, Grove ordinaire ou Daniell grand modèle, associés en tension.

Le courant ainsi produit passe à travers un rhéostat à mercure d'une construction simple, qui se compose d'une rainure pratiquée dans un bloc de bois, ayant une section de 1^{mmq}, une longueur de 1^{m}, et présentant ainsi une résistance de 1 unité Siemens; un contact à position variable permet de diminuer cette résistance à volonté. Dans le circuit est placé un instrument indicateur, électromètre ou simple galvanoscope (car ce serait le vrai nom du galvanomètre, puisque, en somme, il ne mesure pas le courant); dans ce dernier cas, l'instrument a dû être gradué par comparaison avec une boussole des tangentes de façon à donner une idée de l'intensité.

Le producteur de lumière est une sorte de fer à cheval découpé dans une feuille de platine. A l'origine des deux branches, on laisse deux larges oreilles assurant les contacts et limitant avec précision la région incandescente.

Afin d'éviter les influences extérieures, le conducteur de platine est couvert d'une cloche de verre dont une moitié est noircie pour éteindre les rayons réfléchis et n'introduire dans la mesure que la lumière directement émise.

M. Schwendler a mis en expériences comparatives deux étalons de cette nature, différant seulement par la masse du conducteur incandescent; il a pu constater que les globes de verre n'introduisaient, par absorption ou réflexion irrégulière, qu'un trouble insignifiant qui pouvait d'ailleurs être évalué par le photomètre. Il a vu que le rapport des intensités était sensiblement indépendant de l'intensité du courant.

De ces deux étalons, l'un était très rapproché de la candle anglaise, l'autre représentait environ 1,50 candle. Le courant employé avait une intensité de 6,15 webers.

M. Schwendler a établi des formules de correction pour le cas où le courant présenterait quelque variation.

Les dimensions exactes de l'appareil ou, pour mieux dire, du fil de platine producteur de lumière, qui est la partie essentielle, sont exactement données par M. Schvendler dans le numéro du 3 avril de l'*Electrician*, auquel nous renvoyons le lecteur curieux de connaître les nombres et les détails.

Notre désir était seulement d'appeler, par une description suffisante, l'attention des lecteurs sur ce très intéressant appareil. Ce n'est pas que nous croyons pouvoir affirmer qu'il remplisse entièrement les intentions de son auteur. On voit, en effet, que sa constance tient à un certain état calorique maintenu dans une région définie par une source constante

d'énergie. La persistance de cet état résulte de ce fait, que le métal incandescent perd par rayonnement autant de chaleur qu'il en reçoit. Or, ce rayonnement dépend dans une certaine mesure de l'état de l'atmosphère ambiante; on a beau la limiter par une clôture en verre, on diminue cette influence sans la détruire complètement. D'autre part, on sait que l'état moléculaire d'un métal soumis électriquement à la chaleur lumineuse n'est pas absolument constant. A part ces causes troublantes très minimes, M. Schwendler a très certainement disposé une source lumineuse aussi constante et aussi mesurable qu'on pouvait l'espérer. Il n'y aurait à lui reprocher qu'une certaine difficulté dans sa réalisation.

De l'étude de cet appareil, M. Schwendler a tiré certaines conclusions relatives à l'énergie transformée en lumière qui ont de l'intérêt. En particulier, il établit, avec raison, à ce qu'il semble, que les procédés par incandescence métallique donnent des rendements beaucoup moins avantageux que ceux qui utilisent la combustion ou, plus généralement, ce que M. Schwendler nomme la *désintégration*, en raison de la moindre élévation de la température.

Sans demander davantage, nous devons nous estimer satisfaits de rencontrer un aussi sérieux effort dans cette direction. Il est certain que, à l'heure où nous sommes, rien n'est plus nécessaire qu'un sérieux ensemble de mesurages précis. Depuis quelques années les inventions se sont abondamment produites; ceux qui possèdent le don heureux du génie qui découvre ont eu le champ ouvert; ils ont amassé beaucoup de découvertes, de combinaisons différentes : aujourd'hui il est urgent de voir clair, de peser, de comparer. Un travail d'élimination, de subordination est nécessaire, et nous voyons avec un vif sentiment de plaisir qu'il est entamé de divers côtés. Parmi les études qui compteront dans cet ordre d'idées, celle que nous signalons aujourd'hui doit sans doute prendre rang, sinon dans la pratique, à cause de quelques difficultés de construction, au moins certainement comme un très sérieux effort théorique.

(*La Lumière électrique.*)

L'Association a reçu le Compte rendu des observations météorologiques faites sous les auspices de la Commission départementale de Vaucluse pendant l'année 1878.

Ces observations figureront dans le Volume publié par le Bureau central météorologique.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

6 JUIN 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 10.

CONGRÈS DES SOCIÉTÉS SAVANTES DES DÉPARTEMENTS,

TENU A LA SORBONNE, DU 31 MARS AU 3 AVRIL 1880 ([1]).

Séance du 1er avril.

PRÉSIDENCE DE M. MILNE EDWARDS.

I.

M. le Ministre de l'Instruction publique a assisté à une partie de cette séance et a prié M. le général de Nansouty de donner quelques détails sur les observations météorologiques faites récemment à l'Observatoire du pic du Midi.

Le général, après avoir remercié le Ministre del'assistance très effective qu'il a bien voulu lui prêter, donne un aperçu de la condition de l'hiver 1879-1880 au sommet de la montagne. Tandis qu'on avait à Paris et dans une grande portion de l'Europe centrale un froid des plus rigoureux, au pic du Midi on jouissait d'une température douce; il n'y avait point de neige, et au 15 janvier on a pu cueillir nombre de fleurs alpestres. Le froid et la tourmente ne sont survenus que vers l'époque où la température s'adoucissait dans nos régions.

II.

M. **Crova**, professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier, expose les résultats de ses *recherches sur la mesure spectroscopique des hautes températures*. Ce physicien habile a mesuré d'abord avec une pile thermo-électrique l'énergie mécanique des diverses radiations simples du spectre solaire et les a ramenées, au moyen des courbes de dispersion, au spectre normal obtenu par diffraction au travers d'un réseau de Fraunhofer. Cela fait, il a abordé la même étude pour les autres sources lumineuses (lumière électrique, gaz, lumière

---

([1]) *Voir* le *Bulletin hebdomadaire* du 30 mai dernier.

Drummond, lampe à modérateur), et, au moyen du spectro-photomètre, il a mesuré en divers points du spectre les rapports des intensités lumineuses à celles des mêmes régions du spectre solaire. Connaissant l'énergie mécanique en divers points de ce dernier, il a pu dresser un Tableau des énergies correspondantes dans les spectres des autres sources. Les nombres consignés caractérisent les températures d'émission de ces sources.

Quand la température d'un corps incandescent s'élève, on sait, d'après Draper, que le spectre s'allonge de plus en plus vers le violet et qu'en même temps les radiations déjà existantes dans le spectre augmentent d'intensité d'autant plus rapidement qu'elles sont plus réfrangibles.

Traçons la courbe suivant laquelle varie l'intensité d'un rouge déterminé (celui dont la longueur d'onde est $\lambda = 0^{mm},000676$) en fonction de la température, et de même celle d'un certain vert ($\lambda = 0^{mm},000523$). La première de ces courbes commence vers 500°, l'autre vers 580°; mais la seconde se relève plus vite que la première. A 500°, le rapport des ordonnées de la seconde et de la première est nul : c'est là le zéro de l'échelle optique que propose M. Crova. Si l'on appelle arbitrairement 1000° la température optique de la lampe à modérateur prise comme terme de comparaison, la température optique exprimée en degrés de cette échelle s'obtiendra par deux mesures photométriques ; on prendra le rapport des intensités du rouge, puis du vert, dans la lumière de la source à mesurer et dans celle de la lampe modérateur. Le quotient de ces deux rapports multiplié par 1000 donne la température optique qui est proportionnelle au quotient des énergies mécaniques du vert (523) et du rouge (676) dans la source de température inconnue.

M. Crova établit la concordance de l'échelle optique qu'il propose avec l'échelle centigrade, en faisant, au moyen d'un spectro-photomètre qu'il a ainsi transformé en spectro-pyromètre, des déterminations de ce genre sur les radiations émises par le réservoir en porcelaine dure d'un thermomètre à air porté à l'incandescence, dans un fourneau de graphite, par un puissant courant de gaz d'éclairage et d'air comprimé au moyen d'une trompe à vapeur.

Il n'a pu dépasser, dans cette comparaison, la température de 1650°, à laquelle la porcelaine se ramollit. Au delà, alors que les mesures thermométriques sont impossibles, se trouve l'avantage des mesures optiques, qui donnent des points de repère faciles à retrouver et qui permettront de fixer avec précision les plus hautes températures où la matière se vaporise et se dissocie.

1000° optiques correspondent environ à 2000° centigrades. La température des pointes de charbon de l'arc voltaïque

est d'environ 3000° optiques, celle du Soleil de 4500° optiques. On peut ainsi aborder l'étude de températures jusqu'ici inaccessibles aux mesures.

Cette méthode est très ancienne, en ce sens qu'on a depuis longtemps évalué la température des sources incandescentes par les couleurs qu'elles prennent suivant la température. Mais autant est parfaite la méthode proposée par M. Crova, autant est peu précis le mode d'observation ancien. Il faut remarquer d'ailleurs que toute couleur excessive donne la sensation du blanc. Ainsi la lumière électrique, qui nous paraît blanche, est rouge, comme on le voit manifestement dans le jour; la lumière solaire elle-même est jaunâtre.

III.

M. **Pomard**, vice-président de la Commission météorologique départementale de Vaucluse, présente un Rapport général des observations faites par les stations de ce département pendant l'année 1878, et expose verbalement les résultats des observations relatives au mistral.

Un extrait de ce Rapport sera publié dans un des prochains numéros du *Bulletin*.

IV.

M. **Masure**, membre de la Société d'Horticulture d'Orléans, expose les résultats de ses observations sur l'évaporation de l'eau, sur l'influence de la terre et sur la transpiration des plantes.

Du 6 août au 15 novembre, il a fait trois fois par jour, au lever et au coucher du Soleil et à midi, toutes les observations météorologiques qui permettent d'élucider ces difficiles questions. Il a surtout pesé avec exactitude trois vases de 250^{cq} de section et contenant l'un de l'eau, l'autre de la terre seule, le troisième de la terre portant des plantes en bon état de végétation. Ses patientes recherches l'ont conduit aux résultats suivants, qu'il soumet au jugement des savants.

1° *Influence de la terre sur l'évaporation.* — La terre agit de deux manières : 1° physiquement, la partie supérieure présente une surface plus grande à l'évaporation, et par suite la favorise; cette influence favorable prédomine quand la surface est mouillée; 2° chimiquement, la terre doit à son humus et à ses sels alcalins d'être hygroscopique et par suite de retenir une partie de son eau, et même, quand l'air est assez humide, d'attirer et de condenser la vapeur d'eau atmosphérique; cette influence, défavorable à la végétation, prédomine quand la terre est sèche.

Le plus souvent, la double influence chimique l'emporte, de sorte qu'en général, comme l'avait reconnu de Gasparin, la terre cultivée évapore moins que l'eau.

2° *Transpiration des plantes.* — M. Masure a choisi des

plantes d'immortelles (*Xeranthemum bracteatum*), qui ont végété, fleuri et grainé dans le vase à expériences. Bien que le feuillage de ces plantes fût très peu développé, elles consommaient en moyenne trois ou quatre fois plus d'eau que l'évaporation. Mais ce rapport n'est point constant; il dépend de l'activité de la végétation : au moment de la floraison, la transpiration fut jusqu'à dix fois plus grande que l'évaporation; ces rapports fournissent aux botanistes un moyen précieux de reconnaître, sinon de mesurer, l'intensité de la végétation. C'est ainsi que M. Masure a reconnu que la végétation est plus active le matin que le soir, que pendant les nuits elle est très faible, au plus un dixième de celle de la journée.

3° *Lois physiques de l'évaporation.* — L'évaporation dépend directement de l'état hygrométrique de l'air et des températures de l'air et de l'eau; mais elle dépend aussi notablement de beaucoup d'autres influences, telles que l'insolation de la journée et le rayonnement nocturne, la direction et la force du vent, l'état du ciel, etc., etc., de sorte que les lois mathématiques qui représentent les influences de l'état hygrométrique et de la température sont difficiles à vérifier expérimentalement. Cependant M. Masure, en choisissant des périodes de beau temps assez prolongées et en considérant à part les matinées et les soirées, est parvenu à établir pour l'évaporation :

La hauteur d'eau évaporée en six heures de temps;

La force élastique maxima de la vapeur d'eau à la température de l'eau;

La force élastique maxima de la vapeur d'eau à la température de l'air;

L'état hygrométrique de l'air;

La pression atmosphérique;

Une constante dépendant du temps pendant lequel l'évaporation a lieu;

Un terme dépendant des influences secondaires ci-dessus signalées.

Les nombreuses observations de M. Masure vérifient cette formule.

Cette formule explique d'une manière nette et précise tous les phénomènes météorologiques qui dépendent de l'évaporation, tels que :

La formation des *brouillards* permanents ou passagers;

Les dépôts de la vapeur atmosphérique sur la terre, dépôts dont la *rosée* n'est qu'un cas particulier, et en général toutes les lois de l'échange de vapeur d'eau entre l'atmosphère et le sol.

V.

M. **Vidal**, membre de la Société de Statistique de Marseille, donne communication d'un travail *sur les actinomètres con-*

sidérés au point de vue de leurs applications scientifiques et industrielles.

L'auteur exprime le regret qu'il n'y ait eu encore aucune entente commune entre les astronomes, les savants et les principales Sociétés de Météorologie au sujet de la création d'un photomètre type destiné à mesurer régulièrement l'intensité de la force chimique de la lumière, de même qu'on mesure partout et d'une façon constante la température, la pression barométrique, l'humidité atmosphérique, etc.

Il est vrai, fait remarquer M. Vidal, que, parmi les appareils destinés à mesurer la force chimique de la lumière, il en est peu encore qui soient d'un emploi facile et d'une exactitude suffisante.

Laissant de côté, comme étant trop délicats et peu à la portée de tous, les photomètres électrochimiques et ceux qui sont basés sur une combinaison chimique résultant de l'influence de la lumière, il passe en revue les actinomètres basés sur une décomposition chimique. Parmi ces derniers il distingue celui de M. Marchand, à l'oxalate de fer, avec lequel ce savant distingué a fait pendant plusieurs années des observations du plus grand intérêt.

Cet appareil est malheureusement encore trop délicat pour qu'il puisse être adopté comme photomètre type; il n'est pas, à cause des soins qu'exige son emploi, à la portée du plus grand nombre.

M. Vidal préfère comme étant plus simple et plus commode un appareil actinométrique basé sur le fait d'une transformation chimique produite par la lumière sur certains sels d'argent et dont le résultat est un changement de couleur.

Il indique que l'on peut aisément construire des appareils de ce genre très sensibles et comment ils peuvent être gradués conformément à une échelle étalon; le tout est de s'entendre sur les moyens d'arriver à l'uniformité de la graduation, comme sur la préparation, avec une formule toujours identique, du papier photométrique sensible.

Une Commission d'astronomes et de savants peut seule créer ce type unique et le proposer à tous les observatoires et laboratoires, pour que les observations qui seront faites sur l'intensité de la lumière soient partout comparables entre elles.

La lumière solaire joue un rôle trop considérable dans les divers phénomènes de la vie, de la végétation et de la climatologie pour que cette importante donnée soit négligée plus longtemps.

L'appareil proposé par M. Vidal peut soulever certaines objections, mais il n'en est pas moins une base offerte à la discussion, et ce qu'il faut au plus tôt, c'est cette discussion d'abord, et ensuite, comme sanction, l'adoption, en attendant

mieux, du système de dosage de l'intensité des rayons lumineux qui paraîtra le plus facile à employer, tout en donnant des indications actinométriques d'une correction suffisante.

VI.

M. **Allégret**, professeur à la Faculté des Sciences de Lyon, présente des considérations sur les calculs que comporte le calendrier grégorien. A l'aide d'un calendrier mobile, il montre qu'on peut constituer immédiatement et avec facilité l'almanach d'une année quelconque passée ou future.

VII.

M. **Mac Carthy**, président de la Société des Sciences physiques, naturelles et climatologiques d'Alger, adresse au Congrès un Ouvrage intitulé *Histoire géographique du Touat*, et M. le capitaine Bordier donne verbalement une analyse de ce travail et en fait ressortir l'intérêt.

VIII.

M. **Armaignac**, membre de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux, lit une Note sur la *névroptomie optico-ciliaire*, opération destinée à remplacer l'énucléation de l'œil dans les cas d'opthalmie sympathique.

Après avoir résumé et analysé les diverses opérations pratiquées jusqu'à ce jour, et dont le résultat définitif a été indiqué, M. Armaignac rejette cette nouvelle opération comme insuffisante et dangereuse. Il justifie son appréciation par la relation d'un fait personnel dans lequel l'opération, quoique pratiquée sans la moindre difficulté et en observant toutes les règles du pansement antiseptique de Lister, a donné lieu au développement d'un phlegmon de l'orbite suivi de fonte purulente du globe oculaire et de symblépharon total de la paupière inférieure, excluant la possibilité de porter un œil artificiel.

IX.

M. **Trouessart**, de Villevêque (Maine-et-Loire), adresse un Mémoire sur un enouvelle espèce de Musaraigne (le *Crocedura Coquerelii*, provenant de Mayotte (Madagascar). Ce travail intéresse particulièrement la Zoologie géographique et paraîtra prochainement dans les *Annales des Sciences naturelles*.

(*A suivre.*)

De l'extension de la théorie des germes a l'étiologie de quelques maladies communes; par M. **L. Pasteur**.

Au moment où je me suis trouvé engagé dans les études qui m'occupent présentement, je cherchais à étendre la théorie des germes à certaines maladies communes. Quand pourrai-je

revenir à ces derniers travaux? Dans mon désir de les voir compléter par ceux dont ils tenteraient l'activité, je prends la liberté de les présenter au public dans l'état où ils se trouvent.

I. Sur les furoncles. — Au mois de mai 1879, une des personnes qui travaillent dans mon laboratoire eut de nombreux furoncles se produisant à courts intervalles, tantôt sur un point du corps, tantôt sur un autre. Toujours préoccupé de l'idée du rôle immense des êtres microscopiques dans la nature, je me demandai si le pus des furoncles ne contiendrait pas un de ces organismes dont la présence, le développement et le transport fortuit ici ou là dans l'économie après qu'une porte lui en aurait été ouverte provoqueraient l'inflammation locale, la formation du pus et expliqueraient la récidive du mal pendant un temps plus ou moins long. Il était facile de mettre cette idée à l'épreuve de l'observation.

Première observation. — Le 2 juin, une piqûre fut pratiquée à la base du petit cône de pus surmontant un des furoncles, qui était placé à la nuque. Le liquide de la piqûre est aussitôt ensemencé au contact de l'air pur, bien entendu avec les précautions nécessaires pour éloigner tout germe étranger, soit au moment de la prise, soit au moment de l'ensemencement du liquide de culture, soit pendant le séjour de ce dernier à l'étuve, qui était à la température constante de 35° environ. Dès le lendemain, le liquide de culture a perdu sa limpidité et donne asile à un organisme unique, formé de petits points sphériques réunis par couples de deux grains, rarement de quatre, mais fréquemment associés en amas. Deux liquides ont été préférés dans ces expériences : le bouillon de muscles de poule et le bouillon de levûre. Suivant qu'on a affaire à l'un ou à l'autre de ces liquides, l'aspect des développements change un peu. Il faut en être prévenu. Avec l'eau de levûre, les couples de petits grains sont répandus dans toutes les parties du liquide, qui en est uniformément troublé. Avec le bouillon de poule, les couples de grains réunis en petits amas tapissent les parois du vase et le liquide reste limpide, à moins qu'on ne l'ait agité; dans ce cas, il devient uniformément trouble par la disjonction des petits amas répandus sur le fond des vases.

Deuxième observation. — Le 10 juin, un nouveau furoncle apparaît sur la cuisse droite de la même personne. On ne voit pas encore de pus sous la peau, mais celle-ci est déjà *proéminente* et rouge sur une surface de la grandeur d'une pièce de 1^{fr}. On lave convenablement la partie enflammée au moyen d'un liquide alcoolique qu'on essuie avec du papier buvard qui a été passé sur la flamme de la lampe à alcool. Une piqûre faite sur la partie proéminente permet de recueillir un peu de lymphe mêlée de sang, qu'on ensemence en même temps

que du sang pris au doigt de la main. Les jours suivants, le sang du doigt se montre parfaitement stérile; au contraire, celui qui a été recueilli au centre de la place où le furoncle est en voie de formation donne une culture abondante du même petit organisme que tout à l'heure.

Troisième observation. — Le 14 juin, nouveau furoncle au cou, sur la même personne. Même examen, même résultat, c'est-à-dire développement de l'organisme microscopique précité et toujours stérilité du sang de la circulation générale, qu'on avait pris cette fois cependant à la base du furoncle, au pourtour de la partie enflammée.

Au moment où je me livrais à ces observations, j'eus l'occasion d'en parler à M. le Dr Maurice Raynaud, qui eut l'obligeance de m'adresser un malade ayant des furoncles depuis plus de trois mois. Le 13 juin, j'essaye la culture du pus de l'un des furoncles de cet homme. Le lendemain, trouble général du liquide de culture, toujours par le parasite précédent et toujours unique.

Quatrième observation. — Le 14 juin, le même individu me fait voir un furoncle volumineux en voie de formation sous l'aisselle gauche; proéminence étendue, rougeur de la peau, mais pas encore de pus apparent. Toutefois, une incision de la peau, au sommet de la proéminence, fait sortir un peu de pus mêlé à du sang. Ensemencement, culture facile dans les vingt-quatre heures et encore apparition du même organisme. On avait recueilli au bras, loin du furoncle, un peu de sang dont la culture a été tout à fait stérile.

Le 17 juin, examen d'un nouveau furoncle sur le même individu; même résultat, développement du même organisme à l'état de pureté.

Cinquième observation. — Le 21 juillet, M. le Dr Maurice Raynaud m'informe qu'à Lariboisière se trouve une femme portant des furoncles multiples. Elle en avait, en effet, le dos couvert, plusieurs même en suppuration, d'autres qui avaient laissé des parties ulcérées. Je recueillis du pus sur un de ces furoncles qui n'avait jamais été ouvert. Après quelques heures déjà, le pus ensemencé avait donné un abondant développement. C'est toujours le même organisme, toujours pur, sans mélange avec aucun autre. Le sang pris à la base enflammée du furoncle, ensemencé à son tour, s'est montré stérile.

En résumé, il paraît certain que tout furoncle renferme un parasite microscopique aérobie et que c'est à lui que sont dues l'inflammation locale et la formation du pus qui en est la conséquence.

Les liquides de culture du petit organisme inoculé sous la peau à des lapins et à des cobayes font naître des abcès en général peu volumineux et qui guérissent promptement. Aussi

longtemps que la guérison n'est pas achevée, on peut retirer du pus de ces abcès l'organisme microscopique qui les a formés. Il y est donc vivant, se développant; mais sa propagation à distance n'a pas lieu. Les cultures dont je parle, injectées en petite quantité dans la jugulaire des cochons d'Inde, ont montré que le petit organisme ne se cultivait pas dans le sang. Le lendemain de l'injection, on ne les retrouve pas, même par la voie des cultures. D'une manière générale, je dois faire observer que les parasites aérobies ont quelque peine à se cultiver dans le sang tant que les globules de celui-ci sont en bon état physiologique. J'ai toujours pensé que cette circonstance s'expliquait par une sorte de lutte entre l'affinité pour l'oxygène des globules du sang et celle qui est propre au parasite dans ses cultures. Tant que les globules du sang l'emportent, c'est-à-dire s'emparent de tout l'oxygène, la vie et la multiplication du parasite deviennent très difficiles ou impossibles. Il est alors facilement éliminé ou digéré, si l'on peut dire ainsi. Maintes fois j'ai été témoin de ces faits dans l'affection charbonneuse et même dans celle du choléra des poules, maladies qui relèvent l'une et l'autre de la présence d'un parasite aérobie.

La culture du sang de la circulation générale, dans les expériences précédentes, s'étant toujours montrée stérile, il semblerait que, dans l'état de diathèse furonculeuse, le petit organisme des furoncles n'existe pas dans le sang. Qu'il ne s'y cultive pas par la raison que je viens de dire et qu'il n'y soit pas abondant, cela est de toute évidence; mais de la stérilité des cultures que je rappelle (au nombre de cinq seulement) il ne faudrait pas conclure d'une manière absolue que le petit parasite n'est pas, à un moment ou à un autre, charrié par le sang et transporté d'un furoncle où il est en voie de développement sur un autre point du corps où il peut fortuitement s'arrêter, se cultiver et former un nouveau furoncle. Je suis persuadé que, si dans la diathèse furonculeuse on pouvait mettre en culture, non pas une gouttelette de sang de la circulation générale, mais quelques grammes ou davantage, on réussirait souvent à avoir des cultures fécondes. Dans le grand nombre d'expériences que j'ai faites sur le sang des poules atteintes du choléra, j'ai eu la preuve, à diverses reprises, que, au moment où le petit parasite de cette affection commence à exister dans le sang, des cultures répétées de gouttelettes de ce sang prises même dans un seul organe, le cœur par exemple, ne se montrent pas toutes également fécondes, ce qui se conçoit aisément. Une fois même il est arrivé que de dix poules neuves, inoculées par un sang infectieux, mais qui commençait à peine à être envahi par le microbe, trois moururent et les sept autres n'eurent pas le moindre mal. Le

microbe, en effet, au moment où il commence à pénétrer dans le sang, peut exister par unités dans certaines gouttelettes et pas du tout dans d'autres gouttelettes voisines. Il y aurait donc, suivant moi, une grande utilité, dans un cas de diathèse furonculeuse, à rencontrer un malade qui voulût bien se prêter à de très nombreuses piqûres sur divers points du corps, loin des furoncles formés ou en voie de formation, afin qu'on pût pratiquer une foule de cultures, simultanées ou non, du sang de la circulation générale. Je suis persuadé qu'on rencontrerait parfois des cultures fécondes du petit organisme des furoncles.

II. Sur l'ostéomyélite. — *Observation unique.* — Relativement à cette très grave maladie, je ne possède qu'une observation, dont M. le Dr Lannelongue a pris l'initiative. On connaît le travail très estimé que ce savant praticien a publié sur l'ostéomyélite et la possibilité de sa guérison par la trépanation de l'os, suivie de lavages et de pansements antiseptiques. Le 14 février 1880, à la demande de M. le Dr Lannelongue, je me rendis à l'hôpital Sainte-Eugénie, où l'habile chirurgien allait opérer une petite fille d'une douzaine d'années environ. Le genou droit était très enflé, ainsi que toute la jambe jusqu'au-dessous du mollet et une partie de la cuisse au-dessus du genou. Aucune communication quelconque avec le dehors. Après avoir chloroformisé l'enfant, le Dr Lannelongue pratiqua, au-dessous du genou, une longue incision qui fit sortir du pus en grande abondance; l'os du tibia découvert se montra dénudé sur une grande longueur. Trois trous de trépan furent pratiqués dans l'os. A chacun de ces trous le pus se montra en grande quantité. Le pus de l'extérieur de l'os et le pus de l'intérieur furent recueillis avec tous les soins convenables, et plus tard examinés attentivement et cultivés. L'observation directe au microscope des deux pus de l'intérieur et de l'extérieur de l'os fut extrêmement intéressante. Il était sensible que ces pus contenaient en grande quantité un organisme pareil à l'organisme des furoncles, par couples de deux et quatre grains et par paquets de ces mêmes grains, les uns à contours nets, accusés, les autres peu visibles et à contours très pâles. Le pus extérieur offrait en abondance des globules de pus, celui de l'intérieur n'en montrait pas. C'était comme une pâte graisseuse de l'organisme furonculeux. Aussi, chose digne de remarque, en moins de six heures après l'ensemencement des liquides de culture, le développement du petit organisme était commencé. Je vis alors que c'était bien exactement l'organisme des furoncles. Le diamètre des grains a été trouvé de $\frac{1}{1000}$ de millimètre. Si j'osais m'exprimer ainsi, je dirais que dans ce cas, tout au moins, l'ostéomyélite a été un furoncle de la moelle de l'os. Il sera facile, sans doute, de provoquer artificiellement l'ostéomyélite sur les animaux vivants.

LA MACHINE SIEMENS ET SON APPLICATION A LA TRANSMISSION DE LA FORCE; par M. A. Achard.

Au nombre des machines qui sont employées actuellement pour obtenir des courants électriques de grande intensité, il faut citer comme une des plus perfectionnées celle de Siemens. Elle paraît rivaliser avec celle de Gramme pour la plupart des applications. Elle possède les caractères généraux des machines d'induction de récente invention. Un système de conducteurs mobiles enroulés autour d'un noyau en fer doux tourne dans l'intervalle de deux armatures ou pièces polaires qui réunissent respectivement les pôles semblables des aimants inducteurs. Lorsque ceux-ci sont des électro-aimants, leur aimantation est produite, non par un courant électrique emprunté au dehors, mais par le courant même qu'il s'agit d'obtenir et dont la naissance est permise par le magnétisme rémanent du fer doux, c'est-à-dire qu'elle rentre alors dans la catégorie des machines dites *dynamo-électriques*.

La bobine (c'est-à-dire la pièce qui porte les conducteurs mobiles) de la machine dont nous nous occupons diffère sensiblement de celle qui porte également le nom de Siemens, et dont l'invention a été le premier pas dans la voie du perfectionnement des appareils d'induction. Cette dernière était, comme on sait, formée par un cylindre creusé de deux rainures longitudinales qui n'en laissaient subsister qu'une sorte de double T; le fil conducteur était enroulé dans les rainures parallèlement à l'axe de figure du cylindre, qui était en même temps son axe de rotation, et formait un ensemble de circuits oblongs ayant leurs plans parallèles entre eux et perpendiculaires au plan de l'âme du double T. Le courant obtenu change de sens chaque fois que le plan de cette âme passe par la ligne des pôles.

Ici le noyau de fer doux est un anneau qui tourne autour de son axe de figure, comme celui de la machine Gramme, mais avec cette différence qu'il est beaucoup plus allongé relativement à son diamètre, et que, les fils s'enroulant seulement sur la surface externe, la surface interne se trouve libre et est reliée par des bras à l'arbre de rotation.

Les électro-aimants inducteurs sont au nombre de deux et sont disposés l'un d'un côté, l'autre de l'autre côté (quelquefois l'un au-dessus, l'autre au-dessous) de la bobine dont l'axe est horizontal, et le tout forme par rapport à cet axe un ensemble symétrique. On s'arrange pour que les pôles de même nom soient tous deux au-dessus et tous deux au-dessous (ou quelquefois tous deux à droite et tous deux à gauche) de la bobine et en regard l'un de l'autre; ils sont réunis par

des armatures qui affectent la forme d'un segment de cylindre concentrique avec l'axe de l'anneau. Les deux armatures qui contiennent ainsi les pôles opposés des électro-aimants laissent par conséquent entre elles un vide cylindrique dans lequel tourne la bobine, qui se trouve enveloppée par elles sur une grande partie de sa périphérie. Pour éviter la production de courants secondaires dans la masse des armatures, on a rendu celles-ci discontinues en les fendant suivant des plans perpendiculaires à l'axe de rotation.

Pour se rendre compte de la façon dont le conducteur mobile est enroulé sur l'anneau, il faut se figurer la surface externe de celui-ci comme divisée par des plans diamétraux en un nombre pair de segments égaux. A chaque paire de segments diamétralement opposés correspond un fil spécial qui est enroulé sur eux suivant la longueur du cylindre. Par suite de l'action combinée des pôles inducteurs des électro-aimants et des pôles induits du noyau (ces derniers sont fixes dans l'espace, quoique se déplaçant continuellement dans la matière du noyau, par suite de sa rotation), action qu'il serait trop long d'analyser ici, le mouvement de rotation détermine dans chaque circuit partiel un courant qui atteint son maximum au moment où le plan moyen du circuit franchit le plan mené par l'axe et par les pôles, et qui s'annule et change de sens au moment où il franchit le plan perpendiculaire au précédent.

La manière dont ces courants partiels, qui se neutraliseraient si les fils des circuits partiels se soudaient simplement bout à bout en un circuit unique, sont dirigés de façon à se réunir en un courant unique est analogue à ce qui est réalisé dans la machine Gramme. L'axe porte à une des extrémités de la bobine un manchon formé de douves de cuivre séparées les unes des autres par une matière isolante. Chacune de ces pièces sert de communication entre l'une des extrémités d'un circuit partiel et l'une des extrémités d'un autre, les choses étant disposées de façon que, des deux bouts ainsi réunis, l'un soit à un instant donné l'origine et l'autre la terminaison des courants des deux circuits auxquels ils appartiennent respectivement. L'ensemble des courants est alors ramené à deux courants égaux qui, partant de la génératrice du manchon située dans un certain plan, cheminent, l'un d'un côté, l'autre de l'autre, vers la génératrice diamétralement opposée. Deux dérivations par pinceaux métalliques qui appuient sur le manchon suivant ces deux génératrices, et qui sont réunies par le circuit externe, font que celui-ci est parcouru par un courant unique provenant de la superposition de ces deux courants égaux.

La machine que nous venons de décrire a été imaginée par M. von Hefner-Alteneck, un des principaux ingénieurs de la

maison Siemens. Cet inventeur s'était d'abord proposé d'éviter les pertes de travail provenant des changements de polarité que le noyau éprouve par le fait de son mouvement et, dans ce but, avait rendu le noyau fixe. Les conducteurs étaient enroulés sur un cylindre d'argenton concentrique au noyau; l'ensemble formé par ce cylindre, les conducteurs et le manchon segmenté participait seul à la rotation. L'expérience a fait reconnaître que l'indépendance des circuits mobiles et du noyau offrait des difficultés mécaniques difficiles à surmonter, et l'on y a renoncé.

La machine Siemens donne de puissants effets sous un petit volume, ce qui tient à ce que le conducteur, n'ayant aucune partie enroulée à l'intérieur de l'anneau, se meut tout entier dans la région la plus intense du champ magnétique. Son effet utile est considérable. D'après les résultats des expériences communiquées par M. le Dr Hopkinson à l'*Institution of mechanical engineers*, il varie de 0,85 à 0,97.

Dans une lecture faite à l'une des séances de l'*Electrotechnischer Verein* récemment fondé à Berlin, M. Werner Siemens a présenté quelques considérations sur l'emploi de cette machine et des machines dynamo-électriques en général pour la transmission de la force à distance.

Nous extrayons de son exposé les passages suivants :

« Admettons que nous ayons relié ensemble deux machines dynamo-électriques identiques et dépourvues de résistance mécanique, et que nous fassions marcher l'une dans le sens requis pour la production du courant : l'autre se mettra à tourner dans le sens opposé. Comme celle-ci n'a aucune résistance à surmonter, sa vitesse de rotation s'accroîtra jusqu'à ce que le contre-courant qu'elle engendre soit exactement aussi fort que le courant de la machine qui la met en mouvement. Alors l'équilibre s'établira, aucun courant ne circulera dans le conducteur, mais aussi il n'y aura ni travail consommé par une des machines ni travail produit par l'autre. Mais, si vous chargez la machine conduite, vous diminuez par là d'abord sa vitesse, et dès que la vitesse est diminuée, le contre-courant qu'elle engendre l'est aussi; le fil conjonctif et les machines doivent donc être parcourus par un courant qui correspond à la différence des vitesses de rotation des deux machines.

» Cet excès du courant de la machine génératrice fait qu'elle oppose une résistance à la rotation, que par conséquent elle consomme du travail, que par contre la machine conduite produit un travail qui correspond à l'intensité du courant et à la vitesse.

».... Vous voyez par là que plus les deux machines marchent vite, plus grand est le travail qu'accomplit un courant d'inten-

sité donnée en circulant dans le fil conducteur, et plus naturellement est grand, d'autre part, le travail qui est nécessaire pour engendrer le courant. On peut donc, en augmentant la vitesse de rotation, augmenter presque indéfiniment la quantité de travail transmise par l'intermédiaire des deux machines, tout au moins jusqu'à la limite de vitesse qui est encore admissible en pratique. Il résulte aussi de ces considérations que, avec une plus grande vitesse, une quantité donnée de travail peut être réalisée par un courant plus faible, partant par une moindre différence de vitesse entre les deux machines. Or, comme la perte de travail qui accompagne la transmission, abstraction faite du frottement et de la perte résultant de l'échauffement des conducteurs, s'exprime par la différence de vitesse, il s'ensuit également que le travail est transmis d'une manière d'autant plus complète que la vitesse de rotation de la machine (conduite) est plus grande. La question de la grandeur de la perte de travail dans la transmission électrique n'est donc pas susceptible d'une réponse positive. Cette perte est d'autant moindre que les machines sont plus puissantes et que leurs vitesses de rotation sont plus grandes. Mais si l'on pose la question comme suit : pour quelle vitesse de la machine conduite, celle de la machine génératrice étant constante, le travail transmis est-il maximum? Le calcul montre que, pour des machines dynamo-électriques parfaites, le maximum serait atteint lorsque la première de ces vitesses est le tiers de la seconde. Par machine dynamo-électrique parfaite j'entends celle où les masses de fer sont assez grosses pour que leur magnétisme croisse proportionnellement à l'intensité du courant circulant dans les hélices et où aucune perturbation étrangère ne se produit. Dans cette supposition, le travail d'une machine dynamo-électrique devrait croître comme le cube de la vitesse de rotation. Cela résulte de ce que la résistance à surmonter, dans le mouvement de rotation, doit être proportionnelle à l'intensité du magnétisme et à la vitesse avec laquelle les conducteurs passent devant les pôles. Mais, comme l'intensité du courant induit est aussi proportionnelle à cette vitesse, et que, d'après l'hypothèse ci-dessus, la puissance du magnétisme engendré par le courant est proportionnelle à l'intensité du courant, et par suite à cette même vitesse, on voit que la résistance à surmonter varie comme le carré de celle-ci. Le travail qu'on dépense en surmontant cette résistance est, de son côté, égal au produit de cette résistance et de la vitesse avec laquelle on la surmonte. Il faut donc que le travail absorbé par le fonctionnement d'une machine dynamo-électrique à circuit fermé soit proportionnel au cube de la vitesse de rotation.

» Mais les expériences montrent que les choses ne se passent

pas ainsi : l'augmentation de la dépense de travail marche beaucoup plus lentement. Il y a à cela différentes raisons. D'abord la résistance des contacts croît avec la vitesse, à cause de la rugosité de leurs surfaces. Ensuite la position du commutateur a une grande influence. Si le courant qui parcourt les hélices est puissant, il y a deux forces qui déterminent la situation des pôles magnétiques : l'une est le magnétisme des électro-aimants fixes, l'autre est la force magnétisante des tours d'hélice qui tend à placer la ligne des pôles perpendiculairement à leur plan. Il en résulte un déplacement de la situation des pôles dans le sens du mouvement, ou, en d'autres termes, la ligne des contacts des collecteurs ne doit pas être perpendiculaire à la ligne des pôles de l'aimant fixe, mais être déplacée dans le sens du mouvement. La vitesse de rotation exerce pour son compte la même influence. Elle a même une influence remarquablement forte, ce qui montre que la vitesse avec laquelle le magnétisme se déplace dans le fer n'est pas illimitée.

» Ces causes, auxquelles d'autres encore inconnues viendront peut-être s'ajouter, font que, conformément à l'expérience, le travail absorbé par la rotation ne croît pas comme le cube de la vitesse de celle-ci, mais à un degré beaucoup moindre. Si l'hypothèse indiquée plus haut était juste, le travail d'un moteur électrique actionné par un générateur de courant atteindrait, comme il a été dit, son maximum quand la vitesse du premier serait réduite au tiers de celle du second. S'il s'agit, non d'une machine dynamo-électrique, mais d'une machine magnéto-électrique, le même calcul montre que le maximum de travail aurait lieu pour une réduction de vitesse seulement à moitié; il s'agit ici, bien entendu, du maximum de travail qu'une machine de grandeur donnée peut fournir, et non du maximum de transmissibilité de travail qui correspondrait à la moindre diminution de la vitesse. »

M. Siemens conclut ainsi :

« Des dernières expériences que nous avons faites récemment sur la transmission de la force il résulte que, avec une vitesse de rotation modérée, on peut transmettre comme travail utile 45 à 50 pour 100 du travail dépensé. Avec une rotation plus rapide, ce travail utile peut atteindre 60 pour 100. »

M. W. Siemens fonde en partie son espoir, quant à l'avenir de ce mode de transmettre et de distribuer la force, sur la possibilité de concentrer la production initiale du travail moteur dans de grandes machines pourvues de tous les perfectionnements et employant le combustible dans les conditions les plus économiques. Cette vue avait été déjà exprimée par M. W.-E. Ayrton dans une conférence faite à Sheffield devant l'Association britannique des Sciences.

La lecture de M. Siemens s'est terminée par quelques détails sur son projet d'application de la transmission électrique à la propulsion sur voie ferrée. Son système, en le supposant appliqué à des chemins de fer spécialement destinés aux transports postaux, consiste à faire de l'axe de la machine dynamo-électrique réceptrice l'axe moteur du véhicule, en sorte que chaque tour de la machine représenterait un tour de roues. Cet axe est isolé électriquement de celui qui porte l'autre paire de roues, et les deux axes sont formés chacun de deux moitiés isolées. Le circuit conducteur est formé par la terre et par un des rails, qui est complètement isolé de ses supports. Le courant arrive, par le rail isolé et par la roue correspondante, à l'hélice du moteur dynamo-électrique, et retourne au générateur de courant par l'autre roue et par l'autre rail, qui est au contraire en communication avec le sol. En mettant le rail conducteur en communication avec une partie des parois en tôle formant le tube dans lequel le véhicule postal circulerait, on pourrait avoir un conducteur dont la résistance par kilomètre serait seulement de 0,02 unité mercurielle, et l'on n'aurait pas besoin de mettre moins de 20^{km} d'intervalle entre les machines productrices de courant qui seraient échelonnées le long de la ligne.

Pour des chemins de fer omnibus, on emploierait un système analogue, avec cette différence que la machine réceptrice serait montée sur un axe spécial imprimant, par le moyen de poulies et de courroies, le mouvement à l'essieu des roues motrices.

Enfin M. Siemens a expliqué comment la transmission électrique pourrait servir, dans les chemins de fer ordinaires à locomotive, à fournir aux wagons un supplément d'adhérence basé sur l'emploi d'une sorte de câble toueur.

(*Archives suisses.*)

Prix Boerhaave.

La Société hollandaise des Sciences, réunie en séance générale à Harlem le 15 mai, avait à décerner la grande médaille de Boerhaave au savant qui lui paraîtrait avoir contribué le plus efficacement, dans le courant des vingt dernières années, au progrès de la Zoologie. Elle a décerné ce prix à M. Milne Edwards, pour les services que depuis plus d'un demi-siècle ce naturaliste a rendus à la Science.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

10 JUIN 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 11.

CONGRÈS DES SOCIÉTÉS SAVANTES DES DÉPARTEMENTS,

TENU A LA SORBONNE, DU 31 MARS AU 3 AVRIL 1880.

Suite de la séance du 1er avril (1).

X.

La Commission spéciale des Sciences mathématiques, présidée par M. Allégret, a tenu une séance particulière, dans laquelle les Communications suivantes ont été faites.

M. **Appell**, professeur à la Faculté des Sciences de Dijon, a présenté quelques considérations sur des fonctions analogues aux fonctions eulériennes et sur une classe de polynômes.

M. **Garlin**, professeur à la Faculté de Clermont-Ferrand, a présenté des considérations sur les trajectoires des cassinoïdes.

M. **de Kérieuff**, membre de la Société d'études scientifiques de Morlaix, a fait une Communication relative à la scintillation des étoiles.

M. **Petot**, professeur au Lycée de Saint-Quentin, a exposé une généralisation des théorèmes de Pascal et de Brianchon.

M. **Collet**, professeur à la Faculté de Grenoble, a présenté un Mémoire sur le mouvement des ondes à la surface d'un liquide.

M. **Allégret** a fait connaître une nouvelle méthode pour obtenir les principales équations de la Dynamique par de simples considérations de minimum.

M. **Durand**, professeur à la Faculté de Poitiers, continue l'exposé de ses recherches sur le mouvement d'un système par l'étude des surfaces qui glissent sur elles-mêmes.

M. **L. Lévy** présente quelques remarques sur la méthode d'approximation de Gauss, qu'il propose de modifier légèrement pour obtenir des calculs plus simples.

M. **Denis Carrère**, licencié ès sciences physiques et mathématiques, fait une remarque sur le théorème de Sturm et une autre sur le mouvement elliptique des planètes.

(1) *Voir* les *Bulletins* nos 9 et 10.

XI.

Dans la Commission des Sciences physiques, sous la présidence de M. Filhol, M. **Coulon**, de Rouen, a présenté une série d'expériences intéressantes sur les effets lumineux produits par les courants induits. L'effluve lumineux prend une forme variable avec les résistances interposées sur le trajet des courants directs et inverses. L'auteur en tire des conséquences très générales sur le régime du flux électrique. Il termine sa Communication par un fait remarquable, digne d'être vulgarisé, relatif à la cohésion moléculaire. Le *Bulletin des Sociétés savantes* renfermera l'exposé de ces belles recherches.

M. **Croullebois**, de Besançon, a traité du signe des miroirs ; il fait connaître un moyen très simple pour distinguer leur nature *positive*, *négative* ou *neutre*. Ce moyen repose sur l'observation d'une courbe isochromatique dont l'observation variable sert de critérium.

M. Croullebois a ensuite exposé le vrai mécanisme de l'accommodation dans l'appareil de la vue. De l'examen précis et de la mesure exacte des images de Purkinje il conclut que le phénomène se réduit à une modification des rayons de courbure des faces antérieure et postérieure du cristallin; il n'y a aucun changement dans la cornée, aucun déplacement antéro-postérieur des éléments optiques. L'auteur use de la méthode de Gauss pour interpréter les résultats de l'expérience.

M. **Corenwinder** fait une Communication d'une très grande importance au point de vue industriel : il s'agit d'un procédé pour isoler la potasse dans les résidus de betteraves, ainsi que dans les cendres des végétaux en général.

Ce procédé repose sur la réduction du chloroplatinate de potasse par le formiate de soude. On détermine la potasse par la quantité de platine obtenue. De cette manière on s'affranchit des erreurs que peuvent occasionner toutes les substances en présence : il n'y a pas lieu de s'en préoccuper.

Cette étude patiente et laborieuse a été faite en collaboration avec M. Contomme.

M. **Levat**, d'Angers, a traité de la morphologie des groupements atomiques.

Il montre que le groupement atomique des corps matériels peut affecter la forme polyédrale et sphérique. C'est la figure sous laquelle doit apparaître, aux yeux de l'esprit, un assemblage de particules matérielles groupées autour d'un noyau fixe et agitées de mouvements intestins.

M. **Coutance**, de Brest, a présenté des expériences de bord, établissant que les minima de salure sont placés sur le trajet des courants et les maxima hors des courants marins.

M. le Dr **Drouineau**, de la Rochelle, a traité de l'observation météorologique au point de vue de l'étude du climat en France. Il expose quelques idées sur l'organisation du service d'observations dans les écoles primaires. Les difficultés qui se présentaient autrefois seront écartées quand l'enseignement primaire recevra tout le développement qu'il mérite.

Séance du 2 avril.

I.

M. **Alluard**, directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme, rend compte des particularités que l'hiver de 1879-1880 a présentées d'une part à Clermont, d'autre part dans la haute région où cet établissement est situé. Après avoir décrit les deux périodes de froid qui s'étendent du 25 novembre 1879 au 1er février de cette année, et comprennent soixante-trois jours de gelée avec des températures très basses, il signale l'apparition fréquente de brouillards épais et persistants qui ont enveloppé la Limagne d'Auvergne, contrairement à ce qui se passe ordinairement. Grâce à la connaissance que nous avons chaque jour de l'état de l'atmosphère dans toute l'Europe, la formation de ces brouillards exceptionnels s'explique facilement.

Un phénomène qui a attiré beaucoup l'attention est la différence de température des deux stations de l'Observatoire du Puy-de-Dôme, la station de la montagne étant moins froide que la station de la plaine.

Quand la Limagne est enveloppée de nuages et que le Soleil brille au Puy-de-Dôme, il est naturel qu'il fasse plus chaud en haut qu'en bas; nous en avons eu un exemple frappant en janvier, du 4 au 14, pendant une période de brouillards épais et persistant sans interruption dix jours de suite. Mais, en décembre, du 15 au 28, par un ciel pur, les températures maxima ont été constamment plus élevées au Puy-de-Dôme qu'à Clermont, et comme, à la même époque, les températures minima étaient aussi renversées, il en est résulté que, pendant quinze jours, la température moyenne de la journée était plus élevée d'environ 10° à une altitude de 1100m au-dessus de Clermont. Cette singularité tient à ce que, à Clermont, dans un air presque calme, la direction du vent était nord ou nord-ouest, tandis que, au Puy-de-Dôme, le vent soufflait avec force du nord-est, quelquefois du sud-est ou du sud, et d'autres fois de l'ouest [1].

---

[1] Ainsi, le 26 décembre, à 8h du matin, le thermomètre marquait — 15°,6 à Clermont, par un vent presque nul de nord-ouest, et + 4°,7 au sommet de la montagne, par un calme complet; mais, la veille, un vent de sud assez fort y avait régné, d'où l'explication de cette différence énorme, 20°,3.

« Ce qui me paraît encore plus digne d'intérêt, ajoute M. Alluard, parce qu'il ne s'agit plus d'un phénomène accidentel, mais d'un phénomène général, c'est la fréquente interversion de la température pendant la nuit dans les altitudes élevées. Elle se produit à l'Observatoire du Puy-de-Dôme à toutes les époques de l'année, ainsi que je l'ai annoncé à l'Académie en septembre 1878. Elle est peut-être un peu plus répétée en hiver qu'en été; mais cette année, pendant les froids rigoureux de décembre et de janvier, elle s'est accentuée davantage; dans l'intervalle de deux mois et demi, cinquante et une nuits ont été moins froides au Puy-de-Dôme qu'à Clermont. Les différences sont souvent considérables; on en jugera par les nombres suivants, relevés en décembre [1].

	Clermont. Minima.	Puy-de-Dôme. Minima.	Différences.
	o	o	o
17 décembre......	—16,7	—2,2	14,5
21 »	—13,7	+3,2	16,9
24 »	—13,6	+2,4	16,0
27 »	—15,7	+3,1	18,8
28 »	—14,0	+3,1	17,1

» Dans quelles conditions l'interversion de la température avec l'altitude se produit-elle? Y a-t-il quelque relation entre elle et l'état de l'atmosphère? Ces questions se lient de la manière la plus intime aux lois qui règlent les grands mouvements de l'atmosphère. Leur examen m'a conduit à une solution bien inattendue, et cela grâce à l'hiver rigoureux qui a mis en évidence certaines particularités difficiles à soupçonner.

» Les observations faites dans les deux stations de l'Observatoire du Puy-de-Dôme permettent d'établir cette règle générale : *Toutes les fois qu'une zone de hautes pressions couvre l'Europe centrale et surtout la France, il y a, dans nos climats, interversion de la température avec l'altitude.*

» Naturellement cette interversion se manifeste surtout pendant la nuit, parce qu'alors on est à l'abri des perturbations produites par la présence du Soleil au-dessus de l'horizon; mais elle se présente aussi pendant le jour, quoique plus rarement. On peut ajouter que les différences de température entre Clermont et le sommet du Puy-de-Dôme sont d'autant plus fortes que les hautes pressions sont plus considérables et que l'atmosphère se trouve dans des conditions de plus grande stabilité.

» Dès qu'une zone de fortes pressions s'établit sur le milieu de l'Europe et particulièrement sur la France, la comparaison

(1) En janvier, ces différences sont moins grandes, quoique notables : elles ne s'élèvent qu'à 10°,3. En février et mars, les mêmes phénomènes se reproduisent encore.

de nos thermomètres nous l'apprend; aussitôt, pendant la nuit, il fait moins froid au Puy-de-Dôme qu'à Clermont. Une perturbation lointaine vient-elle à entamer cette zone, la forçant à se reculer d'un côté ou de l'autre, de suite l'interversion des températures diminue ou disparaît.

» En terminant, qu'il me soit permis de faire appel aux savants hardis et dévoués qui se sont déjà illustrés par des voyages aérostatiques et scientifiques; il appartient de trouver jusqu'à quelle hauteur dans l'atmosphère a lieu cette interversion des températures, en entreprenant des ascensions sous le régime des hautes pressions. Ce sera aussi le rôle des observatoires de montagne, que, depuis la création de l'Observatoire du Puy-de-Dôme, on cherche à établir de tous côtés. »

Le lundi suivant, 5 avril, M. Alluard a entretenu des mêmes observations l'Académie des Sciences, et, à la suite de la Communication de ce savant, M. **Faye** a présenté les remarques suivantes :

« M. Alluard vient de mettre en pleine lumière un phénomène de la plus haute importance pour l'étude de notre atmosphère. « A toute aire de haute pression, dit M. Alluard, » répond une interversion frappante dans la succession en » hauteur de la température aérienne. » La température des couches successives, au lieu de décroître comme à l'ordinaire, du moins à partir d'une hauteur minime, va en croissant d'une manière étonnante jusqu'à une altitude de plus de 1000^m et ne reprend sa marche décroissante qu'à partir d'une limite encore inconnue. Je ferai remarquer, à ce sujet, que ce grand phénomène contredit absolument les idées que plusieurs météorologistes se sont faites sur les aires de haute pression; ils les attribuent à des *anticyclones*, mot bien malencontreux qui tend à se vulgariser. Un *anticyclone* est, pour ces savants, l'opposé d'un cyclone, et, comme ils s'imaginent que l'air accourt en spires convergentes vers un cyclone, pour s'élever ensuite en tournoyant dans l'atmosphère, ils en concluent que, dans un *anticyclone*, l'air doit descendre jusqu'au sol en tournoyant en spires divergentes. Or, si l'air chaud descendait ainsi *jusqu'au sol*, dans le cas de ces hautes pressions, il ne nous apporterait pas en bas, pendant des mois entiers, le froid intense dont nous avons eu à souffrir cet hiver. La vérité est qu'il n'y a pas d'anticyclone et que ce sont les cyclones qui sont descendants.

» Je ne puis m'empêcher de me reporter, à ce sujet, à nos théories astronomiques de la réfraction pour les grandes distances zénithales, et de me demander ce qu'elles vont devenir en présence de faits pareils. Il aurait été à désirer que les observatoires européens eussent institué, pendant ces grands

froids, des observations méridiennes d'étoiles basses, pour soumettre ces théories à une épreuve désormais indispensable.

» En tout cas, ces faits prouvent, de la manière la plus éclatante, l'utilité des observatoires météorologiques à grande hauteur. »

II.

M. **Lechartier**, professeur à la Faculté des Sciences de Rennes, donne communication d'un travail *sur le dosage des matières organiques contenues dans les eaux naturelles.*

La seule méthode qui puisse fournir des renseignements exacts consiste à doser le carbone et l'azote des matières organiques qui existent en dissolution dans une eau. La proportion du carbone donne une mesure de leur poids total. Le poids de l'azote renseigne sur leur nature.

Le dosage du carbone et celui de l'azote doivent être faits séparément.

Le carbone est dosé sur le résidu que l'on obtient en faisant évaporer l'eau après avoir détruit, par l'ébullition avec une solution d'acide sulfureux, les carbonates qu'elle contient.

L'azote existe dans une eau sous trois états différents : 1° à l'état de nitrates ou de nitrites, 2° à l'état de sels ammoniacaux ; 3° à l'état d'azote encore engagé dans des combinaisons organiques.

L'azote ammoniacal et l'azote nitrique sont déterminés par des procédés spéciaux. L'azote organique est déterminé par différence. On élimine l'ammoniaque contenue dans l'eau en la faisant évaporer au contact de la magnésie calcinée pure. On dose l'azote dans le résidu de cette évaporation et l'on retranche du résultat le poids de l'azote nitrique. La différence donne le résultat cherché.

L'auteur a fait ressortir l'avantage de l'emploi de la trompe à mercure de Sprengel, soit pour le dosage du carbone, soit pour celui de l'azote. En décrivant la pratique de l'analyse, il a indiqué les causes d'erreur qu'il importe d'éviter et les conditions qu'il faut réunir pour obtenir un résultat aussi exact que possible.

III.

M. **E. Flavart**, chef des travaux chimiques à la Faculté de Médecine de Lyon, présente un nouvel appareil pour le dosage de l'azote total dans les matières organiques en général et dans l'urine en particulier.

La méthode généralement employée est celle de Will et Varentrapp. Seegen, en 1846, a substitué à l'appareil précédent un ballon en verre. Washburne, en 1876, a critiqué cet appareil et l'a remplacé par le tube à analyse.

L'auteur a reconnu que ces deux appareils offrent de grands

inconvénients, et il a fait construire un appareil en cuivre, composé de deux parties : 1° une cucurbite présentant sur ses bords une mortaise pour couler le lut en plâtre; 2° un chapiteau à col allongé, avec tube intérieur pour chasser les dernières traces d'ammoniaque que l'on recueille dans l'acide sulfurique titré avec le saccharate de chaux.

Il a obtenu d'excellents résultats, qui seront publiés dans des Mémoires ultérieurs.

IV.

M. **Sirodot**, doyen de la Faculté des Sciences de Rennes, rend compte d'une observation névroscopique faite sur une jument, dans la moelle allongée de laquelle il a constaté la présence d'une larve de Diptère. L'auteur fait remarquer que l'existence de ce parasite dans une partie si profonde de l'organisation et si bien protégée suppose que, dans le jeune âge, les larves sont aptes à perforer les tissus vivants sans produire dans l'économie animale des accidents notables.

V.

M. **Cotteau**, membre de la Société des Sciences historiques et naturelles de l'Yonne, présente la suite de ses recherches sur les Échinides fossiles, sujet dont il s'occupe depuis fort longtemps avec non moins de succès que de persévérance. Il donne des détails géologiques sur le terrain turonien de l'Algérie et il expose les résultats fournis par l'étude des Échinides de cet étage, travail qu'il vient de faire en collaboration avec MM. Peson et Gauthier. Vingt-neuf espèces appartenant à ce niveau ont été décrites et figurées; sur ce nombre, vingt-quatre sont spéciales à l'Algérie, et cinq seulement ont été signalées en France. Ces espèces, peu nombreuses, mais parfaitement caractérisées, suffisent pour établir la coïncidence des dépôts turoniens de l'Algérie avec les nôtres.

M. Cotteau présente aussi des considérations sur la distribution géographique de ces Échinodermes.

Parmi les espèces les plus intéressantes, M. Cotteau signale plusieurs Hemiasters, un *Echinococcus* remarquable par sa grande taille et par la disposition particulière de ses tubercules, un *Rhabdocilaris* très distinct de toutes les autres espèces du même genre, et plusieurs *Cyphosora.*

VI.

M. **Morière**, professeur à la Faculté des Sciences de Caen, fait les Communications suivantes :

La première a pour objet de faire connaître les genres et les espèces de Crénoïdes qui ont été rencontrés jusqu'à présent dans les terrains jurassiques du Calvados. L'auteur signale

plusieurs espèces nouvelles appartenant surtout aux genres *Pentacrinus, Millericrinus* et *Eugeniacrinus*. Il montre ensuite un dessin d'*Apiocrinus rotondus*, muni de ses bras et provenant de la grande oolithe, puis des photographies de deux espèces de *Millericrinus* trouvés dans l'oxfordien et offrant la tête et les bras dans un bel état de conservation.

Dans une seconde Communication, M. Morière appelle l'attention de l'assemblée sur un singulier dépôt de silurien supérieur qui a été reconnu en 1879 au Plessis-Grimoult (Calvados). Une dépression du grès silurien moyen a été remplie, probablement par des courants diluviens, de craie à sa partie inférieure; de silurien supérieur au-dessus de la craie.

Enfin, M. Morière annonce qu'un genre de fougères, le *Lomatopteris*, considéré jusqu'à présent comme spécial à la grande oolithe, a été trouvé récemment dans le grès liasique du département de l'Orne.

VII.

M. **Bleicher**, professeur d'Histoire naturelle à l'École supérieure de pharmacie de Nancy, communique le résultat des recherches qu'il a faites, pendant un séjour de quatre ans dans la province d'Oran et une mission au Maroc, *sur le terrain quaternaire de ces régions.*

Il propose de le diviser en terrain quaternaire des hauts niveaux, des moyens niveaux et des bas niveaux, ce dernier étant surtout sablonneux et ferrugineux. Il s'appuie, à cet effet, sur des considérations stratigraphiques et topographiques plutôt que sur des considérations paléontologiques, ces formations étant généralement pauvres en fossiles.

VIII.

M. **Brisson**, membre de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts de la Marne, à Châlons.

Après une courte description géologique des environs de Château-Thierry, l'auteur fait connaître que les roches de grès disséminées çà et là sur les versants des coteaux sont pour les études lichénographiques d'une richesse pour ainsi dire inépuisable. Il signale dans ces contrées environ deux cent cinquante espèces de lichens en grande partie saxicoles; ce sont celles-ci qui font l'objet de son travail. D'après l'auteur, les lichens ont une préférence pour un substratum déterminé. Cette prédilection tient à la nature de l'espèce, qui réclame un support plus ou moins dur et non la composition chimique ou minéralogique. Il ajoute que ces espèces forment une double barrière au transformisme, attendu qu'elles nous font voir dans cette échelle des êtres de la création des gradations qui nous étaient inconnues jusqu'alors dans les végétaux.

IX.

M. **Benner** (Charles), membre de la Société libre d'émulation du Commerce et de l'Industrie de la Seine-Inférieure, à Rouen, apporte de nombreux échantillons de silex taillés et les ossements qu'il a recueillis dans les fouilles qu'il a pratiquées dans le gisement paléolithique ou station de la Bretèque, près Rouen.

X.

M. l'abbé **Hy**, membre de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers, présente un Mémoire sur la structure de la tige dans les mousses de la famille des Polytricées. Il montre que Schimper n'a décrit que la région moyenne de l'axe, que Sachs n'en a observé que le sommet, et qu'aucun d'eux n'a signalé la remarquable structure des parties souterraines.

Le rhyzome y est revêtu d'un manchon cortical, analogue pour l'aspect à celui que présente la tige des sphagnums, qui furent la continuation évidente de l'épiderme très développé sur l'axe hypogé.

XI.

M. **Seurrat de la Boulaye**, délégué de la Société des Sciences d'Orléans, présente des observations sur la maladie des pins maritimes et sylvestres en Sologne et dans les forêts d'Orléans et de Rambouillet, qu'il attribue à la présence d'un cryptogame parasite, le *Rhyzima ondulata* ou *Helvelle serrile* de de Candolle. L'auteur indique l'arrachage comme le remède le plus efficace et annonce que des expériences ont été entreprises dans la forêt de Rambouillet.

XII.

M. **Fabre**, membre de la Société des Sciences médicales de Gannat, présente un travail intitulé *De l'action d'un milieu humide sur l'organisme, étudiée spécialement chez les ouvriers mineurs.*

Dans des chantiers simplement humides, lorsque la température n'excède pas 20°, on ne constate guère de phénomènes morbides.

Si les ouvriers travaillent les jambes dans l'eau, et si de l'eau froide tombe en pluie sur leur corps pendant l'activité musculaire, ils sont sujets à des douleurs dans les jambes, sciatiques, lombago, arthrite rhumatismale et hydarthrose, surtout au genou gauche. Si, de plus, la température atteint ou dépasse 30°, on remarque un épuisement rapide, de fréquentes interruptions dans le travail, une respiration pénible, des sueurs abondantes, des éruptions diverses.

Quand le travail s'est continué plusieurs mois dans un milieu saturé d'humidité, les gengivites sont fréquentes, coïn-

cidant souvent avec des douleurs dans les membres, quelquefois des selles sanguinolentes et aussi, mais rarement, du purpura. Cet ensemble de symptômes paraîtrait se rapporter à une forme de *scorbut terrestre*, à marche lente et de nature généralement bénigne.

XIII.

M. **Delmas** (Paul), membre de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux, constate que, pendant l'application du froid, la température de la partie du corps sur laquelle on agit varie à peine de $\frac{1}{10}$ à $\frac{2}{10}$ de degré. L'emploi du calorique ne modifie pas ces résultats.

Aussitôt après l'application du froid, si le sujet ne fait aucun mouvement, la température ne varie pas; mais, s'il se livre à un mouvement actif quelconque, la température animale baisse brusquement. Cet abaissement persiste plusieurs heures, et il est d'autant plus accusé que le sujet éprouve une plus forte sensation de chaleur.

L'auteur étudie aussi la marche du pouls. Au début de toute application réfrigérante, le pouls atteint subitement une grande vitesse; après dix à quinze secondes, cette vitesse diminue rapidement, et à la fin de l'expérience elle est revenue au chiffre primitif noté auparavant ou notablement au-dessous.

Si le sujet reste immobile, le pouls s'arrête ou progresse lentement.

S'il se livre à un exercice, ce ralentissement persiste davantage.

Mesure des courbes de la tension artérielle. — Elles atteignent leur maximum au début d'une application réfrigérante, puis elles baissent dès que les phénomènes de la réaction se ralentissent.

XIV.

M. **Paquet**, professeur à la Faculté de Médecine de Lille, présente une Note sur le traitement de l'hydarthrose par l'immobilisation et l'électricité. Peu satisfait de l'emploi des moyens ordinairement employés, qui restent inefficaces ou présentent même des dangers, comme la ponction avec injection iodée, l'auteur a eu l'idée, depuis 1867, de traiter l'hydarthrose subaiguë ou chronique du genou par l'immobilisation au moyen d'une gouttière moulée en gutta-percha et la faradisation. La gouttière, portée jour et nuit, permet la marche pendant toute la durée du traitement; la faradisation de la partie inférieure du triceps crural produit une sorte de massage intérieur de la jointure, qui facilite la résorption du liquide, laquelle résorption se trouve encore activée par l'action de la faradisation sur la nutrition de la synoviale et des tissus périarticulaires.

Sur vingt-deux hydarthroses subaiguës ou chroniques, seize

ont été exclusivement traitées par cette méthode et ont guéri dans l'espace de huit à vingt-cinq jours. La plupart ont été revues, et la guérison s'est maintenue.

XV.

M. le Dr **Maurin**, président de la Société protectrice de l'enfance de Marseille, membre du Comité médical des Bouches-du-Rhône, donne communication d'un Mémoire sur l'assistance publique des enfants du premier âge au XVIIIe siècle, d'après un manuscrit trouvé dans les archives de l'hôpital d'Aix en Provence, suivi de quelques remarques sur l'état actuel de la question. D'après les statistiques, il conclut qu'il est préférable d'employer pour les enfants assistés l'allaitement mixte (femme et biberon) à l'allaitement par la femme. Il a pu constater que la mortalité allait en diminuant à mesure que l'on restreignait le séjour des enfants dans l'hospice.

XVI.

M. **Caillol de Poncy**, professeur à l'École de Médecine et de Pharmacie de Marseille, donne lecture d'un Mémoire sur la localisation de l'arsenic dans le cerveau et dans le foie. Il montre que l'arsenic remplace le phosphore dans le cerveau et que cette substitution a lieu dans la leucitine. Sous l'influence du travail cérébral, celle-ci se transforme en matière albuminoïde insoluble qui sera éliminée ensuite.

XVII.

M. **Luton**, de la Société médicale de Rennes, traite du traitement curatif et préventif de l'alcoolisme.

XVIII.

Dans la séance spéciale de la Commission des Sciences mathématiques, M. **Souillart**, professeur à la Faculté des Sciences de Lille, fait une Communication relative à l'intégration approchée des équations différentielles qui déterminent la forme et la position des orbites planétaires, et M. **de Saint-Germain**, professeur à la Faculté des Sciences de Caen, indique la loi de distribution, en un point donné, des coniques ayant un contact du cinquième ordre avec une surface. Il montre que pour trente et une d'entre elles le contact s'élève au sixième ordre.

Description de quelques oiseaux nouveaux de la Nouvelle-Guinée; par M. E. **Oustalet**, aide-naturaliste au Muséum.

La Nouvelle-Guinée renferme une population ornithologique tellement variée, que chaque exploration nouvelle dans l'inté-

rieur de ce continent amène la découverte de quelque espèce remarquable, soit par l'étrangeté de ses formes, soit par la beauté de ses couleurs. C'est ainsi que, dans une collection dont le Muséum d'Histoire naturelle de Paris a fait récemment l'acquisition, se trouvent plusieurs oiseaux que je n'hésite pas à considérer comme les types d'espèces inédites. L'un de ces oiseaux est un Paradisier qui n'a pas encore revêtu sa livrée d'adulte, mais qui offre déjà un ensemble de caractères suffisant pour qu'on puisse d'une part le rapporter avec certitude au genre *Drepanornis*, de l'autre pour le séparer de la seule espèce connue de ce groupe, du *Drepanornis Albertisii* Sclat. Le bec, en effet, n'est pas noir comme chez ce dernier; il est jaunâtre sur le spécimen desséché et se fait remarquer par son épaisseur; en outre, l'espace dénudé qui existe sur le côté de la tête est sensiblement plus large que chez le *Drep. Albertisii* et ne se rétrécit pas en arrière des yeux; les plumes du dessus de la tête, qui affectent une forme écailleuse, sont beaucoup plus foncées, d'un brun olivâtre, et de chaque côté du menton descend un trait brun en forme de moustache. Je propose d'appeler cette espèce nouvelle *Drepanornis Bruijnii*, en l'honneur de M. Bruijn de Ternate, qui l'a découverte sur la côte septentrionale de la Nouvelle-Guinée, entre 136°30′ et 137° de longitude est. Ce naturaliste avait déjà, suivant M. le comte Salvadori, signalé, dans une Lettre à M. Beccari, l'existence, au sud de la baie Geelvink, d'un Paradisier de ce genre.

Je citerai ensuite deux petits Perroquets, deux *Cyclopsittacus*, qui ont été pris exactement dans la même région que le Paradisier. Ces deux oiseaux sont de la taille du *Cyclopsittacus Desmarestii* Garn., mais ont les plumes des joues et des côtés du cou allongées, lancéolées et divergentes; leur front n'est pas d'un rouge vif passant en arrière au jaune orangé, mais d'une couleur *cendre verte* fortement mélangée de bleu d'outremer, et ils portent en arrière de l'œil une tache d'un bleu vif. Je les désignerai sous le nom de *Cyclopsittacus Salvadorii*.

Deux oiseaux de beaucoup plus petite taille appartiennent à la grande famille des Muscicapidés ou Gobe-Mouches et doivent sans doute être placés, non loin des *Muscicapula*, dans un genre particulier, le genre *Chloromyias*, dont le nom rappellera la coloration vert olive des parties supérieures du corps. Ils mesurent environ 0^{m},110 de longueur; leurs ailes, relativement très développées et longues de 0^{m},070, dépassent la moitié de la queue; leur bec, à peu près aussi large que celui des *Muscicapula*, est un peu plus épais et présente à sa base une fossette recouverte d'une membrane dans laquelle vient s'ouvrir la narine sous forme d'une fente allongée; l'œil est entouré d'un cercle jaune, et tout le corps est revêtu de plumes touffues, vertes sur les parties supérieures du corps,

grises sur la gorge, lavées de jaune sur les flancs et bordées de gris foncé sur la poitrine, ce qui donne à cette région un aspect écailleux. Les ailes, noirâtres, offrent des lisérés verts en dehors et jaunes en dedans et des taches jaune vif vers l'extrémité des pennes secondaires; la queue est comme saupoudrée de cendre verte. Les plumes sous-caudales sont jaunes, les pattes d'un gris brunâtre, le bec noir. Par leur aspect général, ces deux oiseaux, qui sont indiqués comme étant des femelles et qui proviennent des monts Arfak, rappellent un peu l'oiseau de Sumatra nommé *Allotrius œnobarbus;* mais ils ont le bec beaucoup moins robuste et moins recourbé en dessus. Ils pourront être nommés *Chloromyias Laglaizei.*

Un autre oiseau de la même famille, mais différant des précédents par ses proportions, les teintes de son plumage et la forme de son bec, sera le type d'un genre nouveau, le genre *Pomareopsis,* ainsi nommé à cause de ses affinités avec les *Pomarea* des îles Marquises et de Taïti. Dans ce *Pomareopsis,* le bec est toutefois plus allongé et plus grêle relativement que dans les *Pomarea;* les narines, petites et oblongues, sont situées un peu plus loin de l'origine de la mandibule supérieure; les ailes, longues de 0^m,100, dépassent la moitié de la queue, qui est coupée carrément à l'extrémité, et la seconde rémige est un peu moins longue que la plus grande des pennes secondaires. L'oiseau, qui a 0^m,180 environ de longueur totale, porte une livrée de demi-deuil, le sommet de la tête, la gorge, le dos, la plus grande partie des ailes et le bout de la queue étant d'un noir profond à reflets bleus, les plumes nasales, les sourcils, un collier sur la nuque, la région des oreilles, les épaules, la base des ailes et de la queue, la poitrine et le ventre d'un blanc à peine teinté de jaunâtre sur certains points. Par son costume sombre, ce Gobe-Mouches mérite assez bien le nom de *Pomareopsis semiatra.*

Enfin, je rappellerai que dans la même collection se trouvaient un Talégalle à croupion rouge (*Talegallus pyrrhopygius* Schleg.) et deux autres oiseaux du même groupe, provenant de Waigion, et que j'ai fait connaître précédemment sous le nom de Talégalle de Bruijn (*Talegallus* ou mieux *Æpypodius Bruijnii*).

Lettre de M. C. Vogt au sujet de l'Archæopteryx, adressée a M. Cottin.

Genève, 5 juin 1880.

Le *Bulletin hebdomadaire* n° 9 de l'Association scientifique de France, que vous avez eu la bonté de m'adresser, contient l'analyse d'une Communication faite par moi au Congrès des Sociétés savantes des départements le 31 mars de cette année,

que je ne puis reconnaître comme exacte et qui demande quelques rectifications.

Je dois dire d'abord que ma Communication sur l'Archæopteryx faite à Paris ne donnait que le résumé d'une conférence faite en août 1879 au Congrès des naturalistes suisses réunis à Saint-Gall et publiée *in extenso* dans la *Revue scientifique* du 13 septembre 1879. Je devais supposer que cette publication fût connue à Paris, et je me croyais autorisé par là à glisser sur bien des faits dont le développement aurait demandé trop de temps. Mais je crois aussi pouvoir m'en référer à cette publication lorsqu'il s'agit de fournir les preuves à l'appui de mes rectifications.

Votre analyse dit : « Malgré le grand développement des plumes qui sont insérées sur l'avant-bras, M. Vogt pense que ces organes ne constituaient pas des rames appropriées au vol et devaient fonctionner seulement à la façon de parachutes comparables aux ailes membraneuses des Ptérodactyles. Enfin, la grande queue emplumée de l'Archæopteryx lui paraît indiquer *que cet animal n'était pas organisé pour le vol.* »

Or, voici ce que j'ai dit à Paris et à Saint-Gall (*Revue scientifique*, p. 247, 1re colonne) : « L'Archæopteryx *jouissait sans doute de la faculté du vol actif;* mais, à en juger par la faiblesse de sa ceinture thoracique, la réduction du sternum et les arêtes minces de l'humérus, *il devait n'être que mauvais voilier.* Sa queue, si longue et si faible, devait être plutôt un embarras qu'un gouvernail, et ses courtes ailes, à contours arrondis, pouvaient bien suffire à franchir de petites distances, mais ne permettaient pas des trajets considérables. »

Dans la réponse que M. Alphonse Milne Edwards a bien voulu me faire, vous lui faites dire que la dénudation apparente du tronc ne lui paraît pas légitimer *l'hypothèse de l'existence d'écailles*, et M. Owen, d'après une traduction de ma Communication, croit devoir écrire une Lettre à M. Milne Edwards, que vous reproduisez, et dans laquelle il dit : « Il me paraît que M. Vogt considère cet animal comme n'ayant eu des plumes bien développées que sur les ailes et la queue, et que *le tronc était couvert d'écailles ou de scutelles.* »

Je n'ai jamais dit un mot d'écailles ni de scutelles, et je proteste contre cette manière de me prêter, au moyen de « il paraît », et pour les combattre ensuite, des opinions que je n'ai jamais professées. J'ai dit, à Paris comme à Saint-Gall (*loc. cit.*, p. 245, 1re colonne), que l'Archæopteryx portait de véritables plumes d'oiseau aux ailes, aux jambes, à la queue, « qu'il avait *peut-être* à la racine du cou une collerette semblable à celle du Condor », mais que « tout le reste du corps, *tête, cou, tronc, était évidemment nu* et dépourvu de plumes. On n'y voit aucune trace de duvet ni de plumes, qu'on aurait certes re-

trouvées sur une plaque qui a conservé jusqu'aux moindres détails d'un duvet fin. »

Suivant votre analyse, M. Alphonse Milne Edwards a rappelé, dans la discussion, que, « dans l'exemplaire étudié par M. Owen, on aperçoit les restes d'une fourchette bien développée ». Cet argument m'avait échappé, mais j'y avais répondu d'avance, puisque j'avais discuté très au long cet os dans la *Revue scientifique* (p. 243, 1re colonne) et que j'étais arrivé à son sujet à la conclusion suivante : « Le pubis manquant dans la plaque de Londres, la furcule dans la nôtre, si complète du reste, et la prétendue furcule de M. Owen étant entièrement disjointe et brisée, je crois donc, en présence de la conformation signalée des Ptérosauriens, que c'est l'os du pubis brisé que M. Owen a décrit et que l'Archæopteryx était, comme les Ptérodactyles, *privé de clavicules et pourvu d'un pubis fusionné en un seul os.* »

Il semblerait résulter de la manière dont vous rapportez les observations de M. Alphonse Milne Edwards que j'aurais considéré comme incompatible avec l'organisation des oiseaux l'existence de dents. *Je n'ai jamais dit quelque chose de semblable.* J'ai discuté (*Revue scientifique*, p. 247) les rapports entre l'Archæopteryx et les Odontornithes (*Hesperornis, Ichthyornis*), « chez lesquels, sauf quelques points secondaires dans la structure des vertèbres, le seul caractère reptilien est la présence de dents dans les deux mâchoires ». Les dents de ces anciens oiseaux, comme celles cachées dans les mâchoires des jeunes perroquets, sont en effet pour moi, comme pour beaucoup de naturalistes actuels, un héritage reptilien démontrant l'affiliation des deux classes.

Nouvelles remarques sur l'inscription du marbre de Torigny.

A l'occasion d'une conférence faite à l'Association scientifique l'année dernière, sur *l'Épigraphie et l'Histoire*, par M. Desjardins, membre de l'Institut (1), une discussion s'est élevée entre ce savant et la Société d'Agriculture, d'Archéologie et d'Histoire naturelle du département de la Manche, relativement à l'interprétation de quelques passages des inscriptions du marbre de Torigny.

Le principal point sur lequel cette Société est en désaccord avec M. Desjardins est relatif au rang occupé par le personnage gaulois appelé Solemnis. Était-il, comme le suppose M. Desjardins, prêtre de l'autel de Rome et d'Auguste ? ou était-il simple prêtre de la petite cité des Viducasses, comme

(1) *Bulletins* du 30 mars 1879, du 29 juin 1879 et du 11 janvier 1880.

le pensent les membres de la Société de Saint-Lô, et serait-ce à ce titre qu'il aurait obtenu les honneurs d'une statue ?

Cette Société vient d'adresser au Conseil de l'Association un nouveau Mémoire à l'appui de ses vues à ce sujet. Mais la question en litige est trop en dehors du cadre du *Bulletin hebdomadaire* pour que nous puissions y insérer ce travail et prolonger davantage un débat dont les épigraphistes sont seuls juges compétents.

Il nous paraîtrait désirable que la Société d'Agriculture, d'Archéologie et d'Histoire naturelle de la Manche portât les débats devant la Section archéologique du Comité des Sociétés savantes, présidée par M. Léon Renier, qui prendrait certainement en sérieuse considération les observations de nos confrères de Saint-Lô et qui, ayant à sa disposition un Recueil destiné spécialement aux sujets de ce genre, pourrait en rendre compte avec toute l'étendue désirable.

Nous ajouterons que le troisième Volume du grand Ouvrage de M. Desjardins, intitulé *Géographie administrative et historique de la Gaule romaine*, sera publié très prochainement et que l'auteur compte y traiter *in extenso* cette question d'Épigraphie.

De l'unification de l'heure a Paris et dans toute la France; par M. **Collin**, horloger-mécanicien. (Brochure in-8°.)

Dans cet Opuscule, l'auteur fait voir que, pour arriver à l'unification de l'heure, il faut renoncer à l'emploi de l'électricité en tant que force motrice, conserver les horloges anciennes avec leurs moteurs mécaniques, poids ou ressorts, et ne se servir de l'électricité que pour les régler automatiquement et périodiquement, de façon à les contraindre à donner l'heure exacte.

Il montre comment, en mettant les horloges existantes en communication avec un des régulateurs types de l'Observatoire, on peut, très économiquement, arriver à ce résultat avec un degré de précision suffisant pour les besoins ordinaires de la société.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

20 JUIN 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 12.

CONGRÈS DES SOCIÉTÉS SAVANTES DES DÉPARTEMENTS,

TENU A LA SORBONNE DU 31 MARS AU 3 AVRIL 1880.

Suite de la séance du 1er avril (1).

RAPPORT SUR LES TRAVAUX DE LA COMMISSION MÉTÉOROLOGIQUE DE VAUCLUSE, A AVIGNON, PENDANT L'ANNÉE 1878; par M. **Pomard**, vice-président. (Extrait.)

Les stations organisées par la Commission dans le département de Vaucluse comprennent:

1° Quatre observatoires principaux à Avignon, Orange, Carpentras et Apt. Les observations concernant la hauteur barométrique, la température de l'air, l'état hygrométrique, la direction et la force approximative du vent des girouettes, la direction et la force approximative du vent des nuages et l'état du ciel y sont faites : six fois par jour à Avignon, à 6^h et 9^h du matin, midi, 3^h, 6^h et 9^h du soir; trois fois par jour à Orange et à Carpentras, à 6^h du matin, midi et 6^h du soir; deux fois par jour à Apt, à 6^h du matin et à 6^h du soir. Celles qui sont relatives aux températures maxima et minima et à la hauteur de la pluie y sont faites une fois par jour. Enfin celles qui donnent la hauteur d'évaporation et l'état ozonométrique, deux fois par jour, à 6^h du matin et à 6^h du soir. L'état ozonométrique est observé à Avignon, à la fois dans la cour de l'École normale, sur la tour de l'église Saint-Martial et dans le jardin extérieur qui dépend de l'École. On y a également installé sur la tour Saint-Martial, à partir du mois de juin, un service d'observations actinométriques. Ces quatre observatoires principaux recueillent également les observations relatives aux orages et aux grandes averses; celui d'Avignon constate, en outre, la vitesse des vents violents.

2° Treize stations secondaires, où l'on observe, à 9^h du matin,

(1) *Voir* le *Bulletin* n° 10 du 30 mai.

la hauteur de la pluie, l'état de l'atmosphère, la direction des vents des girouettes et des nuages, et où il est fait mention spéciale des grandes averses. Elles relèvent aussi les observations relatives aux orages.

3° Quatorze stations spéciales d'observation des orages, indiquant le début, la fin, le point de l'horizon d'où ils viennent, la direction suivant laquelle ils disparaissent, la direction et la vitesse des nuages, la direction et la force du vent, l'intensité des éclairs, l'intensité des tonnerres, la présence de la grêle avec sa force et sa durée, l'intensité et la durée de la pluie, et contenant des observations sur la gravité des dégâts produits.

4° Une station d'observations hebdomadaires des températures de la fontaine de Vaucluse, donnant en même temps la température de l'air ambiant.

5° Enfin trois stations d'observations quotidiennes des hauteurs de cours d'eau, indiquant en même temps l'état de pureté de l'eau.

Les abaissements de température les plus dangereux pour la végétation se sont produits les 27 mars et le 1er avril; le thermomètre, qui n'est descendu à Avignon qu'à — 0°,8, a atteint alors — 3°,2 à Orange et à Carpentras et — 3°,0 à Apt.

La plus haute température a eu lieu le 17 juillet; elle a été de 37°,0 à Orange, de 35°,7 à Carpentras, de 35°,6 à Avignon et de 30°,6 à Apt; son maximum a été sensiblement égal à celui de l'année dernière, qui s'était produit le 28 août à Carpentras et y avait atteint 36°,9.

L'hiver a été un peu plus rigoureux que l'année précédente; sa température moyenne a été de 5°,0, tandis qu'elle avait été de 8°,3 en 1877. Le plus grand froid s'est produit à Apt en janvier; le thermomètre y est descendu à — 7°,6 et à Avignon à — 5°,0 seulement.

La température moyenne du département a été de 13°,6; elle a été en 1877 de 14°,3 et en 1876 de 13°,6, d'où une moyenne générale de 13°,8.

La comparaison des courbes de la température avec celles des pressions atmosphériques ne fait ressortir aucune corrélation bien nette entre ces deux phénomènes; il est toujours à noter que la règle généralement admise, savoir, *quand le baromètre monte la température s'abaisse, quand il baisse elle s'élève*, ne semble pas se vérifier, au moins d'une manière permanente, les oscillations de la température et de la pression atmosphérique étant assez souvent concordantes. Elle paraît plus vraie en ce qui concerne les variations diurnes, quoique, même à cet égard, on puisse remarquer des écarts assez fréquents.

La hauteur moyenne de la pluie tombée dans le département pendant l'année a été de 0m,67; elle avait été de 0m,62

en 1877 et de 0m,58 en 1876. Il semble donc y avoir sous ce rapport une progression croissante, qui apportera sans doute une certaine amélioration à la situation climatologique de la contrée.

L'inspection des Tableaux graphiques fait voir que, si toutes les dépressions de la courbe barométrique ne sont pas accompagnées de pluie, celle-ci ne se produit généralement qu'au moment de ces dépressions et lorsque la hauteur barométrique est inférieure à 760mm, ensuite que rarement cette hauteur descend au-dessous de 750mm sans être accompagnée de pluie. Elle ne fait ressortir aucune coïncidence bien nette entre ce phénomène et la variation de la température. Enfin, tout en accusant la coïncidence de la pluie avec un degré hygrométrique élevé, elle démontre en même temps que souvent ce degré se produit sans que la pluie survienne.

La pluie s'est, en moyenne, répartie de la manière suivante :

	m
Hiver	0,040
Printemps	0,196
Été	0,175
Automne	0,256
Total....	0,67

Comme les années précédentes, cette répartition laisse la moindre part à la saison d'hiver, durant laquelle la hauteur d'eau tombée a été exceptionnellement faible; mais la saison d'automne, par contre, a acquis une prépondérance à laquelle on était peu habitué depuis. Le Tableau graphique des observations sur le régime de la fontaine de Vaucluse contient dans sa partie supérieure l'indication des hauteurs de pluie constatées aux diverses stations qu'on présume situées sur le vaste bassin d'alimentation de la source et, au-dessous, la courbe de variation de ses débits, déduite des hauteurs observées au bassin des Espelugues.

La comparaison de ces deux éléments continue à faire ressortir avec quelle promptitude s'établit la correspondance des deux phénomènes, tout en accusant toujours une élévation très rapide du débit après les grosses pluies et, lorsqu'elles ont cessé, une décroissance qui, brusque d'abord, suit ensuite une progression beaucoup plus lente. Elle permet encore de constater que, avec les eaux basses, des pluies d'une certaine importance ont pu se produire dans le bassin de réception sans déterminer de surélévation dans la courbe des débits et sans même arrêter sa décroissance : c'est ce qui a eu lieu notamment entre les 5 et 10 janvier, 1er et 5 août et le 15 août. Il paraît difficile d'en trouver l'explication autrement que dans l'hypothèse de vastes réservoirs souterrains où les eaux de pluie trouvent facilement à s'emmagasiner, lorsque le niveau

est bas, sans que les écoulements en soient influencés d'une manière immédiate et apparente. L'existence de ces mêmes réservoirs semble également pouvoir seule expliquer comment il se fait que, après une absence absolue de pluie pendant tout le mois de septembre et les premiers jours d'octobre, la fontaine n'ait pas cessé d'écouler un volume de 7^{mc} par seconde, qui est resté constant jusqu'à ce que des pluies abondantes soient survenues et l'aient fait rapidement augmenter.

La sécheresse extraordinaire qui s'est produite au printemps, et qui a eu pour conséquence de faire descendre le niveau des eaux de la fontaine, dans la grotte, à $0^{m},56$ seulement au-dessus du niveau d'extrême étiage constaté le 27 novembre 1869 et adopté pour le zéro de l'échelle ou du sorguomètre, a permis d'entreprendre, grâce au concours du Syndicat du canal de Vaucluse, qui a bien voulu en supporter les frais, une expérience intéressante : le 26 et le 27 mars, la galerie souterraine qui sert d'issue aux eaux, et dans laquelle nul être humain n'avait encore pu pénétrer, a été explorée, au moyen du scaphandre, par un plongeur hardi et expérimenté, le sieur Ottonnelli, qui s'y est engagé jusqu'à une profondeur d'environ 23^{m}, en contre-bas du niveau de l'eau.

L'organisation régulière du Service des avertissements agricoles à la station d'Avignon a permis d'y faire, sur la marche et l'influence des cyclones qui sont venus affecter, en 1878, les régions européennes, une étude dont les résultats paraîtront sans doute intéressants.

En général, les cyclones sont venus par l'Atlantique, après avoir, pour la plupart, traversé l'Amérique septentrionale : la majeure partie, arrivée par le sud-ouest ou par l'ouest, a abordé l'Europe entre le nord de la France et l'Irlande, et est allée se perdre vers le nord-est, dans le voisinage du pôle boréal; quelques-uns, se détournant de cette direction générale, se sont, dès leur arrivée dans la zone considérée, infléchis vers le sud-est, et se sont dirigés vers l'est après avoir traversé le continent et la Méditerranée; enfin un petit nombre, venus par l'Espagne et l'Afrique ou formés dans la Méditerranée même, ont, après avoir traversé cette mer, pris soit la direction du sud-est, soit celle du nord-est.

On sait qu'autour de chaque centre de dépression il se produit un mouvement gyratoire de l'air dirigé, lorsqu'on se tourne vers lui, de droite à gauche, c'est-à-dire en sens inverse de la marche des aiguilles d'une montre, et que ce mouvement, s'étendant au loin sur toute la surface influencée par le cyclone, y détermine la direction du vent. Si, par conséquent, rien ne venait contrarier ce mouvement, il suffirait de connaître la position de ce centre pour en déduire, par un simple

arc de cercle, la direction correspondante du vent à la station considérée; il en serait ainsi si l'on avait affaire à une station bien isolée et suffisamment élevée pour échapper à toute influence locale. Mais tel n'est pas le cas de celle d'Avignon, et les dérogations à cette règle générale trouvent leur explication dans la configuration spéciale des lieux qui la concerne.

On y voit qu'en traçant le méridien sud d'Avignon et une ligne qui, passant à droite de Valentia, fait avec ce méridien un angle de 130°30′, on sépare, sur la gauche de ces deux lignes, la zone des centres de dépression qui ont déterminé à cette station les vents du sud ou du sud-est et, sur leur droite, la zone beaucoup plus étendue où la position de ces centres a déterminé les vents du nord-ouest ou du nord. Il n'y a pour ainsi dire pas de place réservée aux centres de dépression producteurs des autres vents, sud-ouest, ouest, nord-est et est, et effectivement ces vents, les derniers surtout, n'ont pas été constatés à Avignon ou ne l'ont été que très exceptionnellement. Cela ne veut pas dire que ces vents ne s'y produisent pas dans la région supérieure de l'atmosphère, mais la présence des Alpes en modifie la direction pour les stations placées au pied de cette chaîne. Il résulte en effet de son orientation inclinée du nord-ouest au sud-est que : lorsque des vents du sud-ouest viennent la frapper, ils sont infléchis dans la direction du sud et plus généralement du sud-est; lorsque ce sont, au contraire, des vents d'ouest, ils sont transformés en vents du nord ou du nord-ouest. Quant aux vents du nord-est ou de l'est, qui ne peuvent se produire que lorsque le centre de dépression est placé à droite des Alpes, la présence de cet obstacle s'oppose à leur transmission directe dans les plaines de la Provence, et l'on verra tout à l'heure qu'elle les y transforme généralement en vents violents du nord.

Cette première étude de la marche et de l'influence des cyclones dans l'année 1878 fournit donc déjà des éléments importants pour la prévision du temps à Avignon et dans toute la région voisine, puisqu'elle permet de déduire de la position successive des centres de dépression, position que l'organisation du service météorologique est appelée à faire connaître à l'avance, la direction des vents futurs.

Si cette position doit se trouver à gauche de la ligne brisée ABC, on en conclura l'arrivée des vents du sud et plus généralement du sud-est; la vapeur dont ces vents chauds seront imprégnés à la traversée de la Méditerranée tendra à se résoudre en pluie lorsqu'elle viendra rencontrer les cimes froides des Alpes ou des Cévennes : la pluie deviendra donc une probabilité. L'examen des Cartes démontre, en effet, que c'est généralement alors qu'elle a été constatée.

Lorsque, au contraire, le centre de dépression devra se trouver à droite de la ligne ABC, on devra s'attendre aux vents du nord ou du nord-ouest, et, comme l'air arrivera alors dans une région plus chaude, qu'il se sera d'ailleurs déchargé d'une partie de ses vapeurs sur les cimes du plateau central ou des Alpes, on pourra en conclure la probabilité du beau temps. C'est ce que confirme encore l'inspection des Cartes de 1878, où rarement la pluie est accusée dans toute la zone propre aux vents du nord ou du nord-ouest, et où les quelques exceptions qu'on y rencontre paraissent devoir être attribuées à des circonstances particulières, telles que la présence simultanée de plusieurs centres de dépression dont les influences se contrarient.

Cette étude donne aussi l'explication d'un phénomène météorologique remarquable, qui a depuis les temps les plus anciens frappé l'attention des naturalistes et des historiens, et dont on a vainement jusqu'à ce jour, croyons-nous, cherché la véritable cause : nous voulons parler du mistral, ce vent impétueux du nord-nord-ouest, particulier à notre région, dont la violence est attestée par le dicton :

> Le mistral, le Parlement et la Durance
> Sont les trois fléaux de la Provence.

Il était déjà connu des Grecs, qui le désignaient sous le nom de *skiron;* les Latins lui ont donné celui de *circius*, et, chose singulière, cette dernière dénomination répond exactement, par le sens de tourbillon ou de mouvement circulaire qu'elle comporte, à la théorie du phénomène telle qu'elle nous paraît devoir être donnée. Aulu-Gelle, Sénèque, Pline, Diodore de Sicile ont parlé de ce vent. « *Le circius*, dit Sénèque, *infeste la Gaule, il ébranle les édifices, et cependant les habitants s'imaginent lui devoir la salubrité de leur climat.* » Strabon le nomme *melan Boreas* (le noir Borée) : « *La Crau*, dit-il, *est ravagée par le vent appelé melan Boreas, vent violent, terrible, qui déplace et renverse les pierres, précipite les hommes du haut de leurs chars, brise leurs membres, et les dépouille de leurs vêtements et de leurs armes.* » La terreur qu'il inspirait était telle, qu'Auguste, pendant son séjour dans les Gaules, lui éleva un temple.

En consultant les Cartes, on voit dans quelles circonstances il se produit, et l'on peut alors assez facilement, eu égard à la loi connue des cyclones, en déduire les causes qui le déterminent. On reconnaît qu'il a généralement lieu toutes les fois qu'un centre de dépression, qu'il soit descendu à travers le continent, qu'il soit arrivé par l'Espagne ou par l'Afrique, ou qu'il se soit formé sur place, se trouve au sud et à l'est du méridien d'Avignon, ou plus exactement toutes les fois que le

mouvement gyratoire de l'air qui l'accompagne ne peut se transmettre à la Provence qu'en rencontrant les Alpes. Que se passe-t-il alors ? Ce mouvement gyratoire a pour effet d'attirer, pour l'emporter dans son tourbillon, l'air qui se trouve sur le versant occidental des Alpes; cette chaîne formant obstacle à ce que cet air soit immédiatement remplacé, il se produit dans les plaines qu'elle domine, principalement entre le Ventoux et la Méditerranée, un vide ou plus exactement une raréfaction d'air. En même temps le cyclone envoie sur le versant oriental des Alpes son courant circulaire, et, devant cet obstacle, l'air entraîné dans le mouvement s'élève pour le franchir; il se refroidit et se condense en arrivant sur son sommet, et, rencontrant ensuite devant lui l'air raréfié, il se précipite sur les pentes du versant occidental et de là vers les plaines de Provence avec d'autant plus d'impétuosité que la différence de densité est plus grande; il suit alors la direction de la chaîne, c'est-à-dire celle du nord-ouest au sud-est, et son mouvement, dans cette partie de son trajet, de circulaire devient rectiligne; arrivé dans la Méditerranée, il est de nouveau emporté dans le tourbillon, pour revenir encore après avoir décrit son circuit. Le mouvement devient permanent et dure tant que le centre de dépression reste dans la région indiquée. C'est là le mistral, dont la persistance pendant plusieurs jours serait difficile à expliquer si elle n'était pas due à un mouvement circulaire de ce genre. Il est plus ou moins violent suivant la position du centre de dépression et selon son degré d'accentuation, mais il se produit invariablement toutes les fois qu'un pareil centre existe dans la région considérée. Il arrive assez fréquemment qu'à la suite de troubles dans l'atmosphère, probablement sous l'influence de l'obstacle créé par la chaîne des Alpes, un centre de dépression se forme sur le golfe de Gênes; aussitôt on voit le mistral s'établir en Provence. La régularité du phénomène est même telle, que, si la loi connue des cyclones en fournit une explication rationnelle, son observation constante, en pareil cas, peut à son tour être considérée comme une démonstration de cette loi.

Il arrive, d'autres fois, que le centre de dépression, apparaissant par l'ouest de la Méditerranée, commence par déterminer dans le midi de la France des vents du sud, bien vite transformés, pour notre région, en vents du sud-est, à la suite de leur rencontre avec le versant occidental des Alpes; des pluies se produisent généralement alors dans la Provence et surtout dans le centre de la France; mais, dès que le cyclone a suffisamment progressé pour que son mouvement gyratoire rencontre le versant oriental des Alpes, c'est-à-dire dès qu'il a dépassé un peu le méridien d'Avignon, on voit alors un changement brusque se produire et le mistral suc-

céder presque instantanément aux vents chauds du sud et à la pluie. Ces changements sont connus dans le pays et confirment l'explication que nous venons de donner. Elle contredit, il est vrai, celle qu'on a précédemment émise, et qui attribue la formation du mistral à l'échauffement de l'air dans la plaine de la Crau; mais l'insuffisance de cette dernière à expliquer la propagation du vent violent du nord-ouest jusque sur la Méditerranée, la production du phénomène pendant les saisons froides et sa persistance de nuit comme de jour est évidente; tout ce qu'il y a de vrai, c'est que le vaste espace qui recouvre la Crau est celui où la raréfaction produite par l'appel cyclonique acquiert le plus d'importance et qu'il est naturel que ce soit vers cette plaine que le vent se précipite ordinairement avec le plus de violence.

Nous devons dire cependant qu'il se produit encore en Provence des vents violents du nord-ouest ayant, sauf une température moins glaciale, la plus grande analogie avec le mistral, sans être accompagnés de la présence simultanée d'un centre de dépression dans la région sud-est de l'Europe.

On ne saurait attribuer le phénomène à l'influence directe de cyclones aussi éloignés, car l'expérience prouve qu'elle cesse de se faire sentir dans nos régions dès qu'ils ont dépassé le nord de la Norvège. Mais, en consultant les Cartes du Signal Office, on voit que, toutes les fois que les vents violents dont il s'agit se sont produits en dehors de l'existence d'un centre de dépression dans la région sud-est, il y a eu au nord-ouest de la France un anticyclone affecté d'une des caractéristiques *high, higher* ou le plus souvent *highest*, en même temps que, parallèlement et dans le fond de la Méditerranée, il existait des pressions basses. Il a dû se produire alors un mouvement général à travers la France, dirigé du nord-ouest au sud-ouest, qui, resserré ensuite dans un goulot étroit, à son arrivée dans la Méditerranée, par les chaînes des Pyrénées et des Alpes, et conduit par sa direction même à former une accumulation d'air sur le versant occidental des Alpes, a dû provoquer, à travers les plaines de la Provence jusqu'à la mer, un écoulement d'autant plus rapide qu'il trouvait ensuite plus facilement à s'épanouir sur la vaste surface plane de la Méditerranée.

D'après cela, nous sommes donc conduit à penser que les vents violents du nord-ouest auxquels on a donné le nom de *mistral* sont alternativement produits par deux phénomènes météorologiques différents, savoir :

1° L'arrivée ou la formation au sud-est de l'Europe d'un centre de dépression accentué, auquel cas le mistral est le plus souvent précédé de vents chauds du sud, ordinairement accompagnés de pluie, et il naît brusquement en provoquant un rapide abaissement de la température;

2° La formation, au nord de la France ou sur le golfe de Gascogne, d'un anticyclone coïncidant avec des pressions basses dans la Méditerranée, auquel cas son arrivée est moins brusque et le refroidissement moins sensible.

Les résultats qu'il a été possible de déduire de cette première étude sur la marche des cyclones pendant l'année 1878 démontrent quel intérêt il y a à la reproduire pour les années suivantes et combien son extension à toutes les stations importantes peut être propre à faire découvrir les lois climatologiques de chaque région.

Notice nécrologique sur P.-A. Favre, correspondant de l'Académie des Sciences (Section de Chimie), doyen honoraire de la Faculté des Sciences de Marseille, membre de l'Association scientifique, etc.; par M. **Félix Le Blanc**, professeur à l'École Centrale des Arts et Manufactures. (Extrait.)

Favre (Pierre-Antoine), né à Lyon le 20 février 1813, docteur en Médecine de la Faculté de Paris (1835), a fait preuve d'une véritable passion pour les sciences physico-chimiques. Après avoir suivi, en 1840, les mémorables Leçons de M. Dumas à l'École de Médecine, il quitta la carrière du praticien; il fut admis au laboratoire particulier de M. Peligot, et, tout en assistant son savant maître dans ses importantes recherches sur l'uranium, il put donner beaucoup d'extension à ses études chimiques. Lorsque M. Peligot fut nommé professeur de Chimie générale au Conservatoire des Arts et Métiers, il devint le préparateur officiel de son Cours.

De cette époque datent ses premières recherches personnelles et ses publications de Chimie. Bientôt il entreprit et publia, en collaboration avec J.-T. Silbermann, alors préparateur du Cours de M. Pouillet au Conservatoire des Arts et Métiers, cette longue série d'importantes recherches thermo-chimiques qui sont devenues classiques.

Ainsi, deux fonctionnaires modestes et d'ordre subalterne, mais dépendant de chefs bienveillants, purent, avec un zèle infatigable, mener à bonne fin un travail de longue haleine, de nature à intéresser vivement, à la fois, les physiciens et les chimistes. Ils ont donc bien répondu aux *desiderata* de l'Académie, qui avait fondé un prix sur ces sujets de recherches.

Ces travaux ont porté : 1° sur les chaleurs de combustion d'un grand nombre de corps simples ou composés, minéraux et organiques, par la méthode des combustions vives, à l'aide de leur calorimètre à eau. Les auteurs ont constaté ce résultat important que le carbone, dans ses divers états allotropiques, fournit, par sa combustion, des quantités de chaleur notablement différentes. Plus tard, M. Favre, seul, et par l'emploi

d'autres méthodes, démontra qu'il en était de même pour les divers états allotropiques du phosphore, du soufre, etc.

La chaleur de combustion de l'hydrogène a fourni à MM. Favre et Silbermann des résultats qui s'accordent sensiblement avec ceux de Dulong, bien que fournis par une méthode différente, très ingénieuse, puisqu'elle consistait à évaluer uniquement le poids de l'eau formée et non le volume des gaz. Passant aux carbures d'hydrogène et à diverses substances organiques, appartenant à des séries homologues, ils démontrèrent que les carbures d'hydrogène isomères, et de même les composés organiques ternaires isomères, ne possèdent pas la même chaleur de combustion.

Les auteurs ont donné des lois pour l'accroissement de la chaleur de combustion correspondant aux divers termes d'une même série homologue (série des acides gras, série des éthers composés, série des carbures d'hydrogène). Ces lois sont très simples, surtout en rapportant les chaleurs aux équivalents chimiques.

A l'aide d'un nouveau calorimètre à mercure, très ingénieux, et que l'on a pu appeler un *thermomètre à calories,* les auteurs sont arrivés à déterminer, par voie humide, un grand nombre de chaleurs de combinaisons chimiques, en ayant recours à des équations dans lesquelles interviennent avec leurs signes diverses actions calorifiques connues d'avance et d'où l'inconnue peut être dégagée. L'ensemble de ces nombreux résultats montre l'importance de l'intervention de l'élément *thermique,* qui tend de plus en plus à remplacer la notion un peu vague de l'affinité.

Plus tard, Favre seul, grâce aux facilités qui lui furent accordées par M. Dumas dans son laboratoire de la Sorbonne, put étudier, à l'aide du calorimètre à mercure, la chaleur latente de volatilisation de l'acide sulfureux, du protoxyde d'azote liquides et de l'acide carbonique solide.

Les Thèses de Favre pour le doctorat ès sciences physiques (1853), contenant toutes deux des recherches originales et personnelles, firent sensation. La Thèse de Physique introduisait un élément nouveau pour la théorie chimique de la pile, à la faveur d'expériences aussi ingénieuses que rigoureuses, en faisant intervenir cet instrument comme partie intégrante du nouveau calorimètre à mercure. Les idées de Joule, restées pour ainsi dire inconnues, ou non accueillies par les physiciens, recevaient une consécration inattendue par des expériences rigoureuses. Favre arrivait à expliquer avec une grande simplicité, et comme conséquence de ses déterminations thermiques, l'impossibilité connue de décomposer l'eau à l'aide d'un seul élément de Smée, et rendait compte des effets énergiques de la pile à deux liquides. La Thèse de Chimie

avait trait à la chaleur dégagée dans les combinaisons chimiques formées en proportions multiples.

Nommé, en 1854, professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Besançon, Favre passa, à la fin de la même année, à la Faculté des Sciences, de nouvelle création, à Marseille, et prit possession en 1855 du beau laboratoire de Chimie, dont la Ville fit en partie les frais. Il a continué à professer et à travailler jusqu'au moment où ses forces l'ont abandonné. D'importants travaux prirent naissance dans le laboratoire précité.

Deux fois lauréat de l'Académie des Sciences, Favre fut nommé, en 1863, correspondant de cette Académie pour la Section de Chimie.

Les recherches les plus importantes de P.-A. Favre, de 1859 à 1865, distribuées dans un grand nombre de fascicules des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, ont été réunies par l'auteur en un seul faisceau et développées dans un Mémoire intitulé *Sur la transformation et l'équivalence des forces chimiques*, inséré, par décision de l'Académie, dans le *Recueil des Savants étrangers*. Ces travaux d'ensemble ont valu à l'auteur le grand prix Lacaze (Chimie), qui lui fut décerné, par l'Académie des Sciences, en 1875. L'Académie lui avait déjà décerné le prix Jecker en 1869.

Une partie de ces recherches a fait l'objet d'une conférence de M. Favre, lors d'une session tenue à Marseille par l'Association scientifique.

Dans les travaux précédemment exposés, l'auteur avait établi l'équivalence du travail chimique et de la chaleur *qui reste en place*, d'après son expression. Dans les travaux dont il va être maintenant question, il fait intervenir les phénomènes *électrodynamiques*. La chaleur mise en jeu, dans cet ordre de phénomènes, est transmise *au dehors* et est employée à effectuer un *travail* déterminé.

Comme le dit l'auteur lui-même, il a démontré expérimentalement la *conversion du travail chimique en travail électrodynamique* et le *retour de ce dernier au travail chimique*.

Une très belle expérience, réalisée à l'aide de dispositions ingénieuses, lui a permis d'établir « l'équivalence des diverses transformations de la chaleur, de telle sorte que, partant d'un phénomène qui développe une quantité déterminée de travail moteur, exprimée en calories, la quantité de chaleur, mise en liberté, sera toujours la même, lorsque le travail moteur sera détruit, quelles que soient les différentes transformations qu'il aura pu subir ».

L'auteur arrive à déterminer l'équivalent mécanique de la chaleur, qu'il trouve égal à 413^{kgm}, par une méthode qui dif-

fère de celle employée par d'autres physiciens. Il montre que le travail des affinités chimiques peut être exprimé en kilogrammètres.

Les expériences ont été faites avec deux calorimètres, dont l'un recevait la batterie voltaïque; le second recevait un moteur électromagnétique, construit *ad hoc* par Froment, lequel était actionné par la pile et soulevait un poids extérieur.

M. Favre a succombé, le 17 février 1880, à Saint-Barthélemy, près Marseille, après une longue et douloureuse maladie. Pour obéir à ses dernières volontés, empreintes, comme toute sa vie, de simplicité et de modestie, aucun discours n'a été prononcé sur sa tombe.

Dans la séance de l'Académie des Sciences du 23 février dernier, notre illustre Président d'honneur, en annonçant la mort de ce digne collègue, a prononcé quelques paroles émues pour rappeler les circonstances de sa carrière scientifique et la valeur de ses travaux. Il a terminé par ces mots : « L'Académie perd, en M. Favre, un de ses correspondants les plus dévoués, les plus laborieux et les plus dignes de regrets, par le caractère autant que par les talents et les services. »

Le tunnel de l'Hudson.

Nous extrayons de la *Revue industrielle* les renseignements suivants sur le mode d'exécution des travaux et sur leur état d'avancement.

Ce tunnel doit réunir Jersey-City à New-York en passant sous l'Hudson. Il était naturel de penser que les diverses Compagnies de chemins de fer qui aboutissent à Jersey-City s'entendraient pour favoriser cette entreprise; mais la plupart s'opposèrent à son exécution, parce qu'elles avaient fait de très grandes dépenses en quais de débarquement, entrepôts, bacs de passage, etc. : chacune d'elles semblait également craindre d'être moins favorisée que ses rivales. En raison de cette opposition, les travaux, commencés depuis six ans, n'ont été poussés activement que depuis peu. La Compagnie concessionnaire *The Hudson tunnel railroad Company* a un capital de 50 millions de francs; elle est dirigée par M. Dewitt C. Haskin; les ingénieurs qui surveillent les travaux sont MM. Speilmann et Brush.

On a commencé par creuser à 30^m du rivage un puits vertical de 18^m de profondeur et de 9^m de diamètre, en le maçonnant avec un mur en briques de $1^m,20$ d'épaisseur. Le fond du puits est au niveau de la voie lorsque le tunnel sera terminé; cependant la galerie qui s'avance sous la rivière a été commencée à la moitié de la profondeur du puits et poursuivie en descendant vers le niveau qu'elle doit atteindre.

Cette galerie n'est que provisoire, et l'on a adopté cette disposition pour faciliter l'accès des matériaux de construction; on utilise également le fond du puits pour recevoir les déblais semi-liquides extraits de la galerie.

On emploie l'air comprimé pour la construction du tunnel, dans le but d'empêcher l'invasion de l'eau et de maintenir les terres. Au début, le percement s'effectuait dans des terres légères et il était très difficile de maintenir la pression. Pour remédier à cette difficulté, on dut couler des toiles au fond de l'Hudson. En descendant, on rencontra des terrains assez compactes pour garder la pression. L'air est envoyé dans la galerie à une pression variant de 1^{kg} à $1^{kg},4$. L'enveloppe extérieure du tunnel, formée d'un cylindre en tôle, est posée si rapidement, que les ouvriers qui sont à l'abatage sont protégés par une toiture en tôle aussitôt qu'ils ont terminé la partie supérieure de l'excavation.

Le cylindre en tôle a $6^m,10$ de diamètre en largeur et $6^m,70$ en hauteur; il est formé de plaques en tôle avec collerettes sur tout le pourtour. La tôle a $0^m,0063$ d'épaisseur; les plaques ont $0^m,76$ de largeur et $0^m,91$ ou $1^m,80$ de longueur; les collerettes intérieures qui servent à les boulonner les unes aux autres ont $0^m,063$ de hauteur. On a soin de placer les tôles à joints brisés, de façon à augmenter la solidité, chaque épaisseur de tôle formant une des sections de l'avancement du tunnel. A l'intérieur de l'enveloppe métallique, on construit une seconde enveloppe en briques très cuites de $0^m,60$ d'épaisseur. La forme cylindrique de ce revêtement lui assure une solidité suffisante pour résister à la pression des terres.

Les ouvriers qui sont à l'avancement de la galerie commencent par enlever à la bêche une entaille demi-cylindrique, pour permettre de placer la partie supérieure du cylindre en tôle avant de continuer l'excavation. Le travail se continue, et l'on enlève peu à peu la terre de façon à compléter la pose du cylindre. On place ensuite le cylindre formé de briques et de ciment, qui se trouve consolidé par les nervures de $0^m,063$ rattachant les plaques entre elles. Les travaux à l'avancement sont éclairés au moyen de la lumière électrique, et les ouvriers peuvent travailler comme en plein jour.

La terre enlevée du tunnel est composée d'argile bleue avec mélange de sable fin et dur. On la mélange avec de l'eau de façon à la délayer, et elle est ensuite rejetée à l'extérieur dans un tuyau de $0^m,152$ de diamètre à l'aide de la pression d'air maintenue dans le tunnel.

L'écluse à air, à l'entrée du tunnel, a la forme d'une chaudière de $1^m,80$ de diamètre sur $4^m,60$ de longueur. Vingt hommes peuvent y être admis à la fois, et dans le bas est placée une voie sur laquelle roulent les chariots qui portent

les briques et les autres matériaux. A l'intérieur de l'écluse se trouvent des tuyaux d'arrivée d'air qui permettent de régler la pression suivant les besoins. La traversée de l'écluse à air se fait dans les conditions ordinaires et prend ordinairement une dizaine de minutes, pour ne pas exposer les ouvriers à des changements de pression trop brusques. Les ouvriers supportent du reste fort bien le travail à l'air comprimé, et il ne s'est encore produit aucun accident, soit à l'entrée, soit à la sortie du tunnel.

L'envoi de l'air pur dans la galerie et le réglage de la pression sont suivis avec un soin tout particulier. Une machine spéciale comprime l'air, qu'elle envoie dans un réservoir ayant $1^m,60$ de diamètre sur $4^m,60$ de hauteur; l'air, à la sortie de ce réservoir, se rend par un tuyau dans le tunnel et y maintient une circulation constante d'air pur. Les ouvriers sont partagés entre trois escouades, travaillant chacune huit heures. On fait aujourd'hui $0^m,90$ de tunnel complètement terminés en vingt-quatre heures, mais on espère obtenir bientôt un avancement plus rapide, de façon à terminer les travaux dans trois ans.

Aujourd'hui l'avancement est à une cinquantaine de mètres du puits et à 18^m au-dessous de la rivière. En cet endroit l'eau est peu profonde, et il y a 8^m de terre environ entre la partie supérieure du tunnel et le fond de la rivière. La largeur totale de l'Hudson est d'environ 1700^m, et la profondeur de l'eau augmente jusqu'à 300^m du rivage de New-York, où elle atteint 18^m; un fond de rocher vient de ce côté remplacer l'argile et le sable. L'inclinaison donnée au tunnel suivra celle de la rivière et se relèvera du côté de New-York par une rampe assez abrupte.

Le tunnel en cours de construction ne forme que la première partie de l'entreprise, qui doit comprendre une seconde galerie parallèle à la première, les deux galeries débouchant à leurs extrémités dans un vaste tunnel. Les travaux du deuxième tunnel seront commencés prochainement et poussés ensuite très activement. On n'a pas encore déterminé le point d'entrée du tunnel à New-York; à Jersey, il se trouvera à 800^m environ du rivage.

Il a été question d'employer le système pneumatique pour faire traverser le tunnel par les trains, mais rien n'a encore été décidé au sujet du mode d'exploitation. On compte qu'on pourra faire passer quatre cents trains par jour, le transit des marchandises se faisant principalement de nuit.

Le tunnel de l'Hudson reliera entre elles les lignes de l'Est et de l'Ouest et offrira au commerce de grands avantages. Il y a lieu d'espérer que l'État de New-York donnera bientôt les concessions nécessaires pour l'atterrissement dans la ville, car

il serait fort utile que le tunnel pût être livré à la circulation au moment de l'Exposition de 1883.

Tir optique intérieur dans les batteries couvertes; par M. B. de Frayssei**x**.

Les bouches à feu en usage dans la marine sont devenues depuis quelque temps de véritables armes de précision. Cependant le mode de pointage n'a pas suivi ces progrès et ne permet pas d'utiliser la portée et la justesse des canons dans toute leur perfection.

Dans le mode de tir actuel, le boulet atteint le but si la ligne qui joint le but au guidon de mire passe par le cran de la hausse : cela est indubitable. Or le tireur ne peut savoir que cette condition est remplie qu'en maintenant son œil dans le prolongement de cette ligne en arrière du cran de la hausse, et c'est pourquoi il est exigé de lui une extrême habitude, avec les plus hautes qualités de la vue et du sang-froid. Nos tireurs sont exercés et leur valeur ne peut être contredite; mais quel excellent tir ne pourrait-on pas attendre d'eux si, de leur poste de tir, ils voyaient plus aisément le but à battre et s'ils pouvaient, au moyen d'un instrument d'optique de précision, être avertis de l'instant favorable pour faire feu !

Voici comment ce double problème peut être résolu dans les batteries couvertes.

On sait que les rayons qui frappent une lentille convergente en sortent parallèlement à eux-mêmes et que la ligne qui joint un point à sa propre image passe par le centre de la lentille. Cela posé, on dévissera la masse de mire du canon et l'on vissera à sa place une lentille dont le centre correspondra au sommet du guidon de la masse de mire. Cette lentille pourra glisser sur son axe dans un double manchon gradué pour la mise au point et qui servira de télémètre.

Les rayons venus de l'objet à battre seront transmis par la lentille sur un petit écran blanc fixé au cran mobile du curseur de la hausse, et sur lequel le point de tir correspondant au sommet du cran sera fixé par l'intersection de deux lignes perpendiculaires. L'horizontale servira à pointer d'avance le but en hauteur, et, le pointage en direction l'amenant à passer sur le point de tir, le tireur fera feu. Il bénéficiera de la finesse de la vue de la lentille et de la position qu'elle occupe près de l'ouverture du sabord. Des rideaux légers et opaques suffiront à empêcher le jour d'entrer par le sabord autrement que par la lentille.

Le tir ne devant avoir lieu qu'au moment précis du contact de l'image du but avec le point de tir, les défauts de position de l'écran, ses inclinaisons ou déformations autour du point

d'attache au cran de mire, n'ont aucune importance pratique. Mais, quand l'écran s'élève avec la hausse, la ligne de mire traverse la lentille de plus en plus obliquement, et le calcul de la marche de la lumière dans la lentille montre que cette ligne ne sera pas déviée de façon à nuire à la précision du tir.

Le pointage sera donc d'une précision mathématique et la chance d'atteindre le but aussi grande que possible.

Aérolithe observé a Paimbœuf par M. **Dubois**, ancien enseigne de vaisseau. Note communiquée par le Bureau central météorologique.

Le jeudi 20 mai, vers 8^h30^m du soir, un aérolithe remarquable a traversé le ciel, partant du sud et se dirigeant vers le nord. Le plan de sa trajectoire semblait incliné sur l'horizon d'environ 60° vers l'ouest, et l'amplitude de sa course lumineuse mesurait 80° à 90°.

Je pus voir ce météore pendant quatre secondes. Il présenta des variations d'éclat que je n'ai pas observées dans les phénomènes analogues; on aurait dit trois fusées successives qui, en éclatant, projetaient une vive lumière, mais sans lancer ces brillantes étincelles de feu d'artifice toujours saluées par les exclamations admiratives de la foule.

Tout d'abord, une traînée lumineuse apparaît dans le ciel; au moment où elle va se perdre dans l'obscurité de la nuit, un foyer d'une lumière blanche très brillante s'allume à son extrémité et s'élance vers l'horizon; sa vitesse s'accélère, son éclat diminue en prenant une teinte un peu jaune; il va s'éteindre, lorsque son éclat se ravive; il s'élance de nouveau vers l'horizon, où il disparaît.

Le ciel était pur; le vent venait du nord petite brise; dans la journée, il avait soufflé bonne brise.

Nous apprenons à l'instant que l'Association vient de faire une nouvelle perte : notre éminent confrère M. **J.-M. Gaugain** est décédé le 31 mai dernier, à Saint-Martin-des-Entrées (Calvados).

Les travaux de ce savant sur la condensation électrique, les courants thermo-électriques, les courants induits de haute tension, le magnétisme, la boussole des tangentes, etc., ont souvent fixé l'attention de l'Académie et le placent à un rang élevé parmi les physiciens français.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

27 JUIN 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 13.

AVIS.

Les anciennes cartes des Membres de l'Association sont annulées et remplacées par des cartes nouvelles d'un format plus commode.

Celles-ci sont à la disposition de MM. les Sociétaires, qui pourront les retirer en s'adressant à l'Agent de l'Association, M. Cottin, dont le bureau se trouve à la Sorbonne, escalier n° 3.

Ces cartes nouvelles sont permanentes, et la présentation en est nécessaire pour entrer aux conférences et autres réunions de l'Association.

La qualité de Membre de l'Association peut être constatée aussi au moyen d'une médaille spéciale, en bronze, en argent ou en vermeil, portant le nom du Sociétaire, qui pour l'obtenir n'aura à rembourser que les frais de fabrication.

SUITE DES RECHERCHES DE M. **Pasteur** (1); OBSERVATIONS SUR LA FIÈVRE PUERPÉRALE.

Première observation. — Le 12 mars 1878, M. le Dr Hervieux a l'obligeance de me recevoir dans son service de la Maternité pour visiter une femme accouchée depuis quelques jours et qui est atteinte de fièvre puerpérale grave. Les lochies sont d'une fétidité extrême. Je les trouve remplies d'organismes microscopiques de plusieurs sortes. D'une piqûre à l'index de la main gauche qui avait été convenablement lavée et essuyée avec un linge *flambé*, on recueillit un peu de sang qui a été ensemencé dans du bouillon de muscles de poule. Les jours suivants, la culture est restée stérile.

Le 13, on recueille de nouveau du sang par piqûre au doigt, qui, cette fois, se montre fécond. La mort ayant eu lieu le 16 mars à 6h du matin, on voit que le sang renfermait un parasite microscopique cultivable trois jours au moins avant la mort.

(1) *Voir* les *Bulletins* du 23 mai et du 6 juin 1880.

Le 15 mars, dix-huit heures avant la mort, on ensemence le sang pris au pied gauche par une piqûre d'épingle. La culture s'est encore montrée féconde.

La première culture du 13 mars ne renfermait que l'organisme des furoncles; la culture suivante, celle du 15, contenait un organisme voisin de celui des furoncles, mais qui toutefois en diffère assez pour en être le plus souvent très facilement distingué. En effet, tandis que le parasite des furoncles est par couples de grains, rarement même réunis en petits chapelets de trois ou quatre grains, le nouveau, celui de la culture du 15, est en longs chapelets, dont le nombre des grains est pour ainsi dire quelconque. Les chapelets sont flexibles, et on les voit souvent en petits paquets enchevêtrés comme des fils de perles brouillés.

L'autopsie a eu lieu le 17 à 2h. Grande abondance de pus dans le péritoine. Il est ensemencé avec toutes les précautions voulues. Du sang pris dans les veines basilique et fémorale est également ensemencé. On ensemence également le pus de la surface de la muqueuse de l'utérus, de celle des trompes et enfin le pus d'un lymphatique de l'épaisseur de l'utérus. Voici le résultat des cultures : partout les longs chapelets de grains dont j'ai parlé tout à l'heure et partout sans mélange d'autres organismes, excepté dans la culture du pus du péritoine, qui, outre les longs chapelets de grains, a montré également le petit vibrion pyogénique que j'ai désigné sous le nom d'*organisme du pus* dans la Note que j'ai publiée en commun avec MM. Joubert et Chamberland, le 30 avril 1878.

Interprétation de la maladie et de la mort. — Après l'accouchement, dans les parties blessées de l'utérus, le pus qui s'y forme toujours naturellement, au lieu de rester pur, s'est associé à des organismes microscopiques venus du dehors, notamment à l'organisme en longs chapelets de grains et au vibrion pyogénique. Ces organismes ont passé par les trompes ou autrement dans le péritoine, et l'un d'eux dans le sang, probablement par les lymphatiques. La résorption du pus, toujours très facile et prompte quand il est pur, est devenue impossible par la présence des parasites, dont il eût fallu tenter d'empêcher l'apparition dès le moment de l'accouchement.

Deuxième observation. — Le 14 mars, à l'hôpital de Lariboisière, une femme meurt de fièvre puerpérale, le ventre déjà tout ballonné avant la mort.

Par une ponction dans le péritoine on recueille du pus qui s'y trouve en abondance et on l'ensemence; on ensemence également le sang d'une veine du bras : la culture du pus fournit les longs chapelets dont il est question dans l'observation précédente et également le petit vibrion pyogénique. La culture du sang ne donne que les longs chapelets très purs.

Troisième observation. — Le 17 mai 1879, une femme accouchée depuis trois jours est malade, ainsi que l'enfant qu'elle allaite. Les lochies sont remplies du vibrion pyogénique et de l'organisme des furoncles, celui-ci en faible proportion. Le lait et les lochies sont ensemencés. Le lait fournit l'organisme en longs chapelets de grains, et les lochies seulement l'organisme du pus. La mère est morte. Il n'y a pas eu d'autopsie.

Le 28 mai, on a inoculé à un lapin, sous la peau du ventre, cinq gouttes de la culture précédente du vibrion pyogénique. Les jours suivants, un abcès énorme s'est déclaré, qui s'est ouvert spontanément le 4 juin. Il en est sorti un pus abondant, caséeux. A côté de l'abcès se trouvaient des parties dures étendues. Le 8 juin, l'ouverture de l'abcès est considérable, la suppuration active. Près de ses bords on sent un autre abcès qui communique visiblement avec le premier, car, par la pression du doigt, le pus coule abondamment de l'ouverture de ce premier abcès. Pendant tout le mois de juin, le lapin est malade et les abcès suppurent, mais de moins en moins. En juillet, ils sont fermés; l'animal est guéri. On ne sent plus que quelques nodosités sous la peau du ventre.

Combien de désordres doit amener dans le corps d'une femme récemment accouchée un organisme pyogénique à ce degré lorsque, par les lésions du placenta maternel, il a pu pénétrer dans le péritoine, dans les lymphatiques ou dans le sang! Sa présence est beaucoup plus dangereuse que celle du parasite à chapelets. Ajoutons que son développement est toujours imminent, car, ainsi que je l'ai dit dans le travail déjà cité (avril 1878), on peut facilement retirer cet organisme de beaucoup d'eaux communes.

J'ajoute que l'organisme en longs chapelets de grains et celui par couples de grains ne sont pas moins répandus et qu'un de leurs habitats est la surface des muqueuses des parties génitales. Vraisemblablement, il n'existe pas de parasite puerpéral proprement dit. Je n'ai pas rencontré la septicémie vraie, expérimentale; mais elle doit être au nombre des affections puerpérales.

Quatrième observation. — Le 14 juin, à Lariboisière, une femme est très malade des suites d'un récent accouchement; elle est sur le point de mourir : elle meurt, en effet, le 14 à minuit. Quelques heures avant la mort, on recueille du pus d'un abcès qu'elle porte au bras; on recueille également du sang par une piqûre faite à l'un des doigts de la main. Ces deux liquides sont ensemencés. Le 15, le flacon où l'on a semé le pus de l'abcès est rempli des longs chapelets de grains. Le flacon au sang est resté stérile. L'autopsie a lieu le 16 à 10^h du matin. Le sang d'une veine du bras est ensemencé,

ainsi que le pus des parois de l'utérus et celui d'une collection de pus située dans la synoviale du genou. Toutes les cultures sont fécondes, même celle du sang, et toutes offrent les longs chapelets de grains. Le péritoine ne renfermait pas de pus.

Interprétation de la maladie et de la mort. — La blessure de l'utérus après l'accouchement a fourni, comme à l'ordinaire, du pus qui a donné asile aux germes des longs chapelets de grains. Ceux-ci, par les lymphatiques probablement, ont passé dans les articulations et un peu partout, déterminant l'origine d'abcès métastatiques qui ont amené la mort.

Cinquième observation. — Le 17 juin, M. Doléris, interne distingué des hôpitaux, m'apporte du sang recueilli, avec les soins voulus, sur un enfant qui venait de mourir après sa naissance et dont la mère avait eu, avant son accouchement, des accidents fébriles, des frissons.... Ce sang, cultivé, fournit en abondance le vibrion pyogénique. Au contraire, du sang prélevé sur la mère le 18 au matin (elle était morte le 18, à 1^h du matin) ne donne lieu à aucun développement organisé quelconque ni le 19 ni les jours suivants. L'autopsie de la mère a lieu le 19. Chose assurément digne d'attention, l'utérus, le péritoine, les intestins n'offrent rien de particulier; mais le foie est rempli d'abcès métastatiques. Là où la veine hépatique sort du foie, il y avait du pus dans cette veine, et les parois de celle-ci, à cette place, sont comme ulcérées. Le pus des abcès du foie se montre rempli du vibrion pyogénique. La matière même du foie, prise en dehors des abcès apparents, donne des cultures remplies du même organisme.

Interprétation de la maladie et de la mort. — Le vibrion pyogénique, formé dans l'utérus ou plutôt qui était déjà dans le corps de la mère avant l'accouchement, puisqu'elle avait eu des frissons, a produit dans le foie des abcès métastatiques, et, communiqué au sang de l'enfant, il a déterminé en celui-ci une des formes de l'infection dite purulente qui l'a emporté.

Sixième observation. — Le 18 juin 1879, M. Doléris m'informe qu'une femme accouchée depuis quelques jours, à l'hospice Cochin, est très malade. Le 20 juin, on ensemence le sang prélevé au doigt par une piqûre d'épingle : la culture reste stérile. Le 15 juillet, c'est-à-dire vingt-cinq jours après, le sang du doigt est de nouveau ensemencé. Toujours développement nul. Dans les lochies, aucun organisme nettement reconnaissable; la femme cependant est, me dit-on, très malade et sur le point de mourir. Elle meurt, en effet, le 18 juillet, à 9^h du matin, comme on le voit, après une très longue maladie, puisque les premières observations remontent à un mois : maladie également très douloureuse, car la malade ne pouvait faire de mouvement sans beaucoup souffrir.

L'autopsie a lieu le 19 à 10^h du matin; elle offre un grand

intérêt. Pleurésie purulente avec poche considérable de pus et fausses membranes purulentes sur les parois de la plèvre. Le foie est blanchâtre, a l'aspect gras, mais il est ferme, sans abcès métastatiques apparents. L'utérus, peu volumineux, paraît sain; cependant, à la surface externe, on voit des nodosités blanchâtres, remplies de pus. *Rien dans le péritoine, qui n'est pas enflammé;* mais il y a beaucoup de pus dans les articulations des épaules et dans la symphyse pubienne.

Le pus des abcès, ensemencé, a donné les longs chapelets de grains, aussi bien le pus de la plèvre que celui des épaules et d'un lymphatique de l'utérus. Chose curieuse, mais qui se comprend aisément, le sang d'une veine du bras, recueilli trois quarts d'heure après la mort, a donné une culture stérile. Rien aux trompes, rien aux ligaments larges.

Interprétation de la maladie et de la mort. — Le pus formé dans l'utérus après l'accouchement s'est associé à des germes d'organismes microscopiques qui s'y sont cultivés, ont passé ensuite dans les lymphatiques de l'utérus, et de là sont allés déterminer du pus dans la plèvre et dans les articulations.

Septième observation. — Le 18 juin, M. Doléris nous informe qu'une femme est accouchée depuis cinq jours, à l'hospice Cochin, et qu'on craint pour les suites de la grave opération qu'elle a subie, car il a fallu pratiquer l'embryotomie. Les lochies sont ensemencées le 18; le lendemain et le surlendemain, pas de trace de développement organisé quelconque. Sans avoir eu la moindre nouvelle de cette femme depuis le 18, j'ose affirmer le 20 qu'elle doit aller bien. J'envoie chercher de ses nouvelles. Voici la réponse textuelle : « *La femme va très bien; elle sortira demain.* »

Interprétation des faits. — Le pus naturellement formé à la surface des parties blessées n'a pas été associé à des organismes apportés du dehors. La *natura medicatrix* l'a emporté, c'est-à-dire que la vie à la surface des muqueuses a empêché le développement des germes étrangers. Le pus s'est résorbé facilement et la guérison a eu lieu.

Que l'Académie me permette de terminer en soumettant à son appréciation quelques vues préconçues que je suis très disposé à considérer comme des inductions légitimes des faits que je viens d'avoir l'honneur de lui communiquer.

On range sous l'expression de *fièvre puerpérale* des maladies très variées, mais toutes paraissent être la conséquence du développement d'organismes communs qui par leur présence infectent le pus naturellement formé à la surface des parties blessées, et qui de là se répandent sous une forme ou sous une autre par telle ou telle voie, sang ou lymphatiques, dans telle ou telle partie du corps et y déterminent des formes morbides variables avec l'état de ces parties, avec la nature

des parasites et la constitution générale des sujets. Quelle que soit cette constitution, ne semble-t-il pas qu'en s'opposant à la production de ces organismes parasitaires vulgaires la guérison pourrait avoir lieu dans tous les cas, excepté peut-être lorsque le corps renfermerait, déjà avant l'accouchement, par la présence d'abcès impurs internes ou externes, des organismes microscopiques, comme nous en avons vu ci-dessus un exemple frappant (cinquième observation). La méthode antiseptique me paraît devoir être souveraine dans la grande majorité des cas. Il me semble qu'on devrait, *aussitôt après l'accouchement,* commencer l'application de ces antiseptiques. L'acide phénique peut rendre de grands services, mais il existe un autre antiseptique dont je serais très disposé à recommander l'usage : c'est l'acide borique en solution concentrée à la température ordinaire, c'est-à-dire à 4 pour 100 environ. Cet acide, dont M. Dumas a fait connaître l'influence singulière sur la vie des cellules, est si peu acide, qu'il est de réaction alcaline pour certains papiers d'épreuve, comme l'a reconnu, il y a bien longtemps déjà, M. Chevreul; en outre, il n'est pas odorant comme l'acide phénique, dont l'odeur incommode souvent les malades; enfin, son innocuité sur les muqueuses, notamment sur la muqueuse vésicale, a été et est tous les jours éprouvée dans les hôpitaux de Paris. Voici à quelle occasion on s'en est servi pour la première fois. L'Académie se souviendra peut-être que j'ai soutenu devant elle, et le fait n'a jamais été démenti, que les urines ammoniacales sont toujours produites par un organisme microscopique, tout à fait semblable, à plusieurs égards, à l'organisme des furoncles. Ultérieurement, dans un travail fait en commun avec M. Joubert, nous avons reconnu que la solution d'acide borique était facilement mortelle pour cet organisme. Dès lors, et depuis l'année 1877, j'ai engagé M. le Dr Guyon, chargé de la clinique des maladies des voies urinaires à l'hôpital Necker, à essayer les injections d'une solution d'acide borique dans les affections de la vessie. Je tiens de cet habile praticien qu'il en a obtenu et qu'il en obtient tous les jours de très bons résultats. Il m'a confié même qu'il ne faisait pas d'opération de lithotritie sans l'emploi de telles injections. Je rappelle ces faits afin de montrer que la solution d'acide borique est inoffensive pour une muqueuse très délicate, la muqueuse vésicale, et qu'on peut sans inconvénient remplir la vessie de la solution tiède d'acide borique.

Je reviens aux accouchées. Auprès du lit de chaque malade, n'y aurait-il pas grande utilité de mettre à sa portée la solution concentrée et tiède d'acide borique avec des compresses qu'elle renouvellerait très fréquemment après les avoir trempées dans la solution, et cela dès après l'accouchement. Ce

serait également agir avec prudence que de porter les compresses préalablement, avant de s'en servir, dans un poêle à air chaud à une température de 150°, plus que suffisante pour tuer tous les germes d'organismes vulgaires.

Étais-je suffisamment autorisé à intituler cette Communication *De l'extension de la théorie des germes à l'étiologie de quelques maladies communes?* J'ai exposé les faits comme ils m'ont apparu et j'en ai hasardé des interprétations; mais je ne me dissimule pas que, sur le terrain médical, il est difficile de se soustraire entièrement à des préoccupations subjectives; je n'oublie pas davantage que la Médecine et la Vétérinaire me sont étrangères. Aussi j'appelle de tous mes vœux les jugements et les critiques. Peu tolérant pour la contradiction frivole ou de parti pris, dédaigneux du scepticisme vulgaire qui érige le doute en système, je tends les bras vers le scepticisme militant qui fait du doute une méthode et dont la règle de conduite a pour devise : « Encore plus de lumière. »

Je me plais de nouveau à reconnaître toute l'utilité des secours que MM. Chamberland et Roux m'ont prêté au cours des observations dont je viens de rendre compte. Je rappelle également le concours empressé de M. Doléris.

Rapport sur la « Monographie géologique des anciens glaciers et du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône », de MM. Falsan et Chantre; par M. **Daubrée.**

L'un des phénomènes les plus remarquables et les plus inattendus que la Science ait clairement reconnus dans l'histoire du globe est l'énorme extension des glaciers, qui ont envahi des surfaces considérables de l'Europe à une époque géologique si récente, que l'homme paraît en avoir été témoin.

Ce phénomène, auquel des preuves irrécusables servent de démonstration, offre d'autant plus d'intérêt, qu'il a exercé une grande influence sur le relief d'une partie des continents, ainsi que par la nature et la disposition des alluvions qui en recouvrent de vastes étendues.

En France, les Vosges, les Pyrénées, les Alpes présentent des faits essentiellement caractéristiques pour l'histoire de la période glaciaire.

Dans la partie moyenne du bassin du Rhône, les témoignages des glaciers préhistoriques ont été suivis pas à pas dans tous leurs détails. Les blocs erratiques, tantôt disséminés, tantôt accumulés à l'état de moraines, ont été relevés par de laborieuses et persévérantes explorations; il en est de même des surfaces polies et striées qui leur servent de cortège. Aussi est-il possible aujourd'hui de se représenter dans toutes leurs particularités le parcours et le mode d'action de ces anciens glaciers.

Une Carte à l'échelle de $\frac{1}{80000}$, en six feuilles, donne d'une manière très claire et fort complète le Tableau synoptique de ces anciens glaciers, lors de leur plus grande extension. Ce but est atteint par des signes conventionnels judicieusement choisis; la progression et les entrecroisements de ces anciens fleuves glacés sont figurés par des systèmes de lignes et par des flèches, à peu près comme on le fait sur les Cartes hydrographiques pour les courants marins.

Les glaciers du Rhin, de la Savoie et de l'Isère, les glaciers locaux du Bugey et des chaînes secondaires de la Suisse et du Dauphiné, les glaciers réunis de la Romanche et du Drac, les glaciers du Beaujolais, du Lyonnais et du mont d'Or y sont représentés et distingués les uns des autres au moyen de teintes particulières données aux hachures.

Il devient facile de bien saisir les proportions colossales qu'avaient les glaciers dans cette contrée. A Culoz, à Chambéry, à Grenoble, l'épaisseur de la glace approchait de 1000^m. A partir des montagnes du Bugey et de la Chartreuse, au milieu desquelles le grand glacier poussait des rameaux, rencontrant de petits glaciers locaux, le niveau supérieur de la glace s'abaissait constamment vers l'ouest, et cet abaissement était proportionnel à l'épanouissement horizontal du glacier, au milieu des plaines du Dauphiné, du Lyonnais et des Dombes. Dans le bas Dauphiné, une espèce de seuil fermé par de la molasse s'opposait à l'écoulement des glaces vers le midi et les forçait à se diriger vers la Bresse. Depuis Bourg jusqu'à Vienne, Thodure et au delà, en passant par Lyon, on peut suivre, sans interruption, les moraines terminales de cet immense glacier épanoui en éventail : son vaste périmètre était compris entre les Alpes de la Savoie et du Dauphiné, d'un côté, et, de l'autre, entre les montagnes du Beaujolais et du Lyonnais.

Le passage de la glace est attesté soit par des stries gravées sur les rochers, soit par des amas de cailloux striés, soit enfin par des blocs erratiques. La grande Carte est résumée par une Carte d'assemblage au $\frac{1}{864000}$.

Un texte en deux forts Volumes accompagne et complète cette Carte, déjà si instructive.

La plus grande partie du premier Volume donne un catalogue détaillé des blocs erratiques, méthodiquement groupés suivant les feuilles, les compartiments ou sections de ces feuilles, auxquels ils se rapportent; ils sont désignés d'une manière très précise. Les dessins placés dans le texte représentent les plus remarquables d'entre eux.

A la suite de cette longue étude descriptive, qui comprend un très grand nombre de blocs, est une revue historique et analytique des travaux des géologues qui se sont occupés des derniers terrains de transport du bassin moyen du Rhône.

L'extension des anciens glaciers du versant occidental des Alpes jusqu'à Bourg, Lyon, Vienne et Thodure n'a pas été un phénomène de courte durée. Son évolution a exigé une longue série de siècles; les neiges d'abord accumulées dans les hautes régions, de vastes névés sont descendus, en se transformant en glaciers, dans les vallées inférieures et ont envahi des plaines étendues. Arrivées à leurs extrêmes limites, les glaces, après être restées stationnaires, commencèrent à fondre et à opérer graduellement leur retraite, avec des vitesses qu'on ne saurait apprécier. Elles ont reculé jusque dans les régions alpestres, où elles fonctionnent encore, comme les derniers vestiges des glaciers gigantesques qui jadis ont transporté jusque sur les plaines et les collines de cette région de la France la terre fertile qui les recouvre, ainsi que des blocs dont la grandeur surprend.

Le second Volume, qui est en partie imprimé et qui paraîtra prochainement, est divisé en trois Chapitres. Le premier traite de la Géologie et de la Climatologie des époques tertiaires; le deuxième, du développement des anciens glaciers, ainsi que du climat qui paraît leur correspondre. A cette occasion, les auteurs ont sommairement rappelé les systèmes divers qui ont été proposés pour expliquer le transport des blocs erratiques : déplacement des eaux de la mer; plans inclinés; explosions gazeuses; courants boueux; débâcles de lacs, et autres conjectures antérieures à la théorie aujourd'hui définitivement établie dans ses traits principaux. Dans le troisième, qui va paraître, seront exposés les phénomènes géologiques, climatériques, paléontologiques et orographiques, postérieurs à ce grand phénomène naturel; il y sera question des races primitives, dont les nombreux souvenirs ont été évoqués pendant ces derniers temps.

En publiant la *Monographie géologique des anciens glaciers et des terrains erratiques du bassin du Rhône*, MM. Falsan et Chantre ont rendu un service considérable à la Science. Ce travail sera éminemment utile à nos successeurs, car les blocs erratiques sont activement débités comme matériaux de construction, et les vestiges de la période glaciaire disparaissent chaque jour. C'est au prix d'études poursuivies sans relâche pendant dix ans que ce but a été atteint. MM. Falsan et Chantre sont d'ailleurs connus par d'autres travaux justement estimés.

(*Comité des Sociétés savantes.*)

PHÉNOMÈNES OBSERVÉS PENDANT LE DERNIER HIVER. (Extrait d'une Étude sur les travaux de MM. **Becquerel**, publiée par le journal *Ciel et Terre.*)

Les froids intenses qui, dans toute l'Europe occidentale et centrale, marquèrent la fin de 1879 et le commencement de

l'année actuelle ont fourni l'occasion de faire de curieuses remarques ou de constater d'intéressants phénomènes en relation immédiate avec cet état extraordinaire de la température. En France, notamment, où l'hiver a sévi avec une rigueur encore plus vive que dans certains pays, des observations du plus haut intérêt ont été recueillies incidemment ou poursuivies dans un but déterminé. Parmi celles-ci, nous mentionnerons les importantes recherches de MM. Becquerel sur l'influence protectrice de la neige par rapport au sol qu'elle recouvre.

On admet généralement qu'un sol couvert de neige ne gèle pas. Les savants physiciens dont nous venons de citer les noms ont voulu s'assurer de l'exactitude de ce fait, et ils ont, dans ce but, étudié la marche de la température, en quelque sorte d'heure en heure, à la fois sous le sol dénudé et couvert de neige et sous le sol gazonné.

Sous le sol dénudé, à $0^m,05$ de profondeur, la température est rapidement descendue au-dessous de 0°. Avant que la neige fût tombée, le 3 décembre, l'instrument a marqué — $3^\circ,17$. La neige, ayant couvert la terre, l'a préservée un peu du refroidissement. Le thermomètre, même après le froid exceptionnel de 23° du 9 décembre, n'est pas descendu sous neige au delà de $1^\circ,5$ au-dessous de 0°, à $0^m,05$ de profondeur. La couche de neige avait $0^m,25$ le premier jour; elle se réduisit ensuite à $0^m,19$ par suite du tassement et de l'évaporation.

Ces observations mettent une fois de plus en parfaite évidence qu'une épaisse couche de neige, bien qu'agissant comme écran, ne peut empêcher les variations de température de se faire sentir à une certaine profondeur dans le sol.

Le phénomène est bien connu des physiciens. M. Boussingault avait déjà montré que la température n'est pas la même à la partie inférieure et à la partie supérieure d'une couche de neige de $0^m,10$ d'épaisseur.

Le froid gagne d'ailleurs très bien des niveaux profonds, puisque M. de Gasparin a relevé une température de 0° à $0^m,60$ de profondeur, en 1829-1830, aux environs d'Orange.

On ne saurait s'étonner, du reste, d'effets semblables. La neige, comme tous les corps, se refroidit ou s'échauffe, selon la température extérieure. La neige est à 0° quand la température de l'air est à 0°, mais elle se refroidit avec l'air; elle peut ainsi progressivement atteindre, comme la glace, des températures de 1°, 20°, 40° au-dessous de 0°. Dans les pays septentrionaux, la neige est si froide, qu'on ne peut en mettre dans la bouche pour se désaltérer; elle décompose la muqueuse buccale.

Il est donc tout simple que, lorsqu'elle se refroidit sensiblement, elle fasse aussi baisser la température dans le sol.

Elle ne reconstitue un revêtement protecteur que par des froids peu rigoureux et peu longs. Dans ce cas, il faut qu'elle se refroidisse avant le sol; c'est autant de gagné, et l'eau qu'elle laisse filtrer en petite quantité, étant à 0°, tend, pour sa part, à maintenir la terre à une température plus élevée que celle de l'air. Mais la protection n'est que temporaire; si le froid persiste, le sol, à son tour, perd de la chaleur, et la gelée survient plus ou moins profondément.

S'il n'y avait pas de neige, le froid pénétrerait encore plus profondément dans le sol. Exemple : le thermomètre est descendu à Paris, dès le 27 novembre dernier, au-dessous de 0°; le 29 novembre, à $0^m,05$ dans la terre du Jardin des Plantes, il marquait déjà 2°,65 au-dessous de 0°, et le 3 décembre, 3°,17. Le refroidissement eût été en s'accentuant évidemment si la neige n'était tombée en abondance.

La distribution du froid s'opère tout autrement quand on considère un sol non plus dénudé, mais gazonné. MM. Becquerel ont reconnu que, à toutes les profondeurs, pendant les derniers froids, le sol gazonné n'avait pas gelé. Le gazon forme comme une espèce de feutre qui garantit la terre contre le refroidissement. Une simple couche de paille remplit également ce rôle protecteur.

Extrait des observations météorologiques faites dans vingt-six stations de la Seine-Inférieure pendant l'année 1879. Communication faite à l'Association scientifique par M. **Lechalas**, président de la Commission météorologique.

Sur les vingt-six stations organisées antérieurement par le Service hydraulique, quinze se trouvent sur le versant de la Manche et onze dans le bassin de la Seine.

Pluies et neiges. — La hauteur moyenne de l'eau tombée en 1879 a atteint 743^{mm}, et le nombre des jours de pluie est de 163. Les moyennes de l'année 1878 étaient 1018^{mm} et 184 jours. Le troisième trimestre en a reçu le plus, soit 245^{mm} en 49 jours, et le quatrième le moins, soit 105^{mm} en 26 jours. Le mois le plus humide a été celui de juillet, qui a reçu 113^{mm} en 19 jours, et le plus sec celui de novembre, qui n'a reçu que 15^{mm} en 7 jours. Les six mois de saison froide, écoulés du 1er novembre 1878 au 30 avril 1879, ont reçu 494^{mm} en 96 jours.

Les chutes de neige se sont manifestées dans onze périodes différentes, de durées inégales dans les divers points d'observation. L'épaisseur moyenne des neiges constatée dans plusieurs stations a été de $0^m,12$.

Orages. — Le nombre des orages constatés par les bulletins

de trente et un observateurs a été de 49 en 34 jours, non compris quelques coups de tonnerre isolés.

Le jour le plus orageux a été le 28 juin : dix-sept stations ont été atteintes par plusieurs orages. Le 11 juin, quinze stations ont été touchées par deux orages : l'un a éclaté le matin, et l'autre dans la soirée. Il n'a été constaté que des dégâts insignifiants.

Les bulletins des observateurs ne mentionnent que deux chutes de foudre : la première, le 15 juin, à Boschyons, sur un peuplier auquel elle a fait une large incision; la seconde, le 28 du même mois, à Ernemont-la-Villette, également sur un peuplier (orages venant du sud-ouest).

Les bulletins ne constatent que vingt-quatre chutes de grêle; deux seulement ont occasionné des dégâts. Le 29 mai, à Angiens (orage du sud), une très forte grêle a causé d'assez grands dommages aux colzas. Le 29 juin, à Caudebec-lès-Elbeuf (orage de l'ouest), des grêlons volumineux et de forme ovoïde, de $0^{m},01$ à $0^{m},03$ de longueur et du poids de 5^{gr} à 12^{gr}, ont brisé des cloches dans les jardins maraîchers et détruit quelques légumes.

Un certain nombre d'orages ont été accompagnés de fortes averses; mais une seule, le 15 juin, à Yerville, a produit de légers dégâts dans les pièces de colza (orage du sud-ouest).

Une aurore boréale très accentuée a été constatée le 8 février à Belmesnil; elle commençait à 22° au-dessus de l'horizon du lieu d'observation et se terminait au zénith du même lieu. Elle a duré de $6^{h}40^{m}$ à $7^{h}18^{m}$ du soir.

Température. — La température moyenne de l'année a été de 8°,67. Les maxima correspondent à Dieppe et à Cany (10°,59 et 9°,49), les minima à Buchy et à Londinières (7°,31 et 7°,62). Le maximum de froid au commencement de l'année a été de —11° le 11 janvier à Londinières, et, à la fin de l'année, de — 20° le 10 décembre, à Vascœuil.

A cette date le froid a sévi d'une façon très intense; une température de 24° au-dessous de 0° a été constatée aux environs de Rouen dans la nuit du 9 au 10 décembre. Le maximum de chaleur a été de 28° le 3 août à Vascœuil.

Pression barométrique. — Les chiffres extrêmes constatés sont 729^{mm} le 17 février à Saint-Valery-en-Caux et 788^{mm} le 12 décembre à Yvetot.

La moyenne annuelle a été, pour les neuf stations barométriques du département, de 760^{mm}.

Vents. — Les moyennes des vingt-six stations ont été les suivantes :

Jours de vents secs soufflant : du nord, 37 jours; du nord-est, 42; de l'est, 30; du sud-est, 31.

Jours de vents humides soufflant : du sud, 37 jours; du sud-ouest, 75; de l'ouest, 63; du nord-ouest, 42.

Jours de calme ou vents incertains, 10 jours.

Total : 365 jours.

Des vents violents ont soufflé aux époques suivantes : 1° le 8 janvier, venant, suivant les stations, du nord-est, de l'est et du sud-est (tempête à Dieppe), 2° le 21 juillet, venant du nord-ouest, de l'ouest et du sud-ouest (tempête à Eu).

Observations ozonométriques. — M. Houzeau, professeur de Chimie à l'École d'Agriculture de la Seine-Inférieure, a bien voulu nous communiquer le résultat des observations, relatives aux manifestations de l'ozone de l'atmosphère, qu'il a faites à Rouen. Le nombre de jours à manifestation a été : par beau temps, 0; par temps pluvieux, 11; par vent faible, 5; par vent fort, 6.

Les rails d'acier et la déphosphoration.

« Dans les départements du nord-est de la France, on trouve des minerais abondants, mais assez souillés par le phosphore pour qu'on n'en puisse fabriquer des rails d'acier. Tout récemment il vient d'être découvert un procédé qu'on dit excellent, qui est au moins très rationnel, et qui va permettre aux mines de l'Est de préparer des rails d'acier Bessemer.

Ce procédé consiste à garnir avec un revêtement en chaux de magnésie l'intérieur du convertisseur, de sorte que les parois acquièrent la propriété d'absorber l'acide phosphorique produit par la combustion du phosphore de la fonte convertie et de faciliter par conséquent son exclusion totale ou presque totale.

MM. de Wendel possèdent en Alsace-Lorraine, au nord de Metz, des établissements considérables devenus allemands aujourd'hui; mais ils viennent de mettre en construction sur le territoire français, à 2km de la frontière (près d'Hayange), une grande usine où ils vont fabriquer des rails Bessemer avec les minerais français des Ardennes.

MM. de Wendel sont tellement assurés de la réussite de ce procédé, que, par un traité signé il y a quelques semaines, ils ont passé avec la Compagnie des chemins de fer de l'Est un marché de 60000 tonnes de rails Bessemer par an à partir du 1er janvier 1882 (1).

---

(1) Note de M. Sainte-Claire-Deville, citée par M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce devant la Chambre des députés à l'occasion de la discussion du droit d'entrée sur les rails d'acier (séance du 24 avril 1880). Ce droit est actuellement de 90 francs la tonne; la Commission proposait de le ramener à 75 francs, et la Chambre l'a réduit à 60 francs sur la demande du Gouvernement.

Le procédé Thomas-Gilchrist (c'est celui dont il vient d'être question) a commencé à être essayé à Rothe-Erde et continue à l'être à deux convertisseries des aciéries du Rhin et à trois de l'usine de Hoerde. On obtient en moyenne 50 et exceptionnellement 70 tonnes par vingt-quatre heures avec une paire de convertisseurs de 5 tonnes. Jusqu'ici les fonds résistent à 8 coulées environ, le revêtement à une soixantaine. Le laminage se fait très facilement, et l'on obtient des rails, des poutrelles, de petits profils, des fils qui paraissent aussi doux que du fer.

Action de l'eau et des solutions salines sur le zinc.

A la suite de récentes recherches sur ce sujet, M. S. Synders a consigné les résultats suivants.

Le zinc est attaqué par les solutions salines, concentrées ou étendues, à l'abri du contact de l'air; de l'hydrogène se dégage, et il reste de l'oxyde de zinc.

La solubilité de l'oxyde de zinc favorise et accélère la réaction.

L'oxyde de zinc est soluble dans des solutions salines renfermant 1 pour 100 de sel et même moins.

Sa solubilité est différente suivant la nature du sel; elle est la plus grande dans les solutions ammoniacales; *l'oxyde de zinc est insoluble dans les carbonates.*

La solubilité de l'oxyde de zinc augmente avec la température et le degré de concentration. Lorsqu'une solution saline est saturée d'oxyde de zinc, l'eau continue à être décomposée, mais l'oxyde qui se forme alors reste à l'état solide; d'ailleurs, les expériences sur ce point particulier n'ont pas encore dit leur dernier mot.

La présence d'oxygène exempt d'acide carbonique favorise la dissolution du zinc, parce que le métal peut en même temps s'oxyder. Le sel de la solution favorise la solubilité en maintenant propre la surface du métal. L'acide carbonique entrave la dissolution dans une certaine mesure, par suite de la formation, à la surface du métal, d'un dépôt de carbonate. La décomposition et la dissolution sont les plus énergiques dans les chlorures et dans les sulfates alcalins; elles sont plus faibles dans les hydrates alcalins, l'hydrate de baryum et le sulfate de magnésium. Les solutions de carbonates alcalins et de phosphate de soude ne sont pas décomposées à l'abri de l'air. Au contact de l'air, ces solutions à 1 pour 100 ne dissolvent que de petites quantités de zinc, parce que le carbonate ou le phosphate formé protège le reste du métal. Dans les solutions plus étendues, le zinc est un peu plus soluble.

La réaction, ainsi qu'on l'a déjà dit, augmente d'intensité

avec la température ; à 0°, elle est presque nulle. Les solutions ammoniacales sont celles qui dissolvent le plus de zinc, parce que, même au contact de l'air, elles conservent la netteté de la surface métallique. L'eau crue de source n'agit pas sur le zinc, même lorsqu'elle contient beaucoup de chlorures et de sulfates, parce que dans ce cas il existe toujours un excès d'acide carbonique. L'eau douce dissout d'autant plus de zinc que la quantité des chlorures et des sulfates y dépasse celle des carbonates. On comprendra l'importance de ces recherches en se rappelant que *les sels de zinc sont vénéneux, même en très petites quantités.* (La *Chronique industrielle.*)

INONDATIONS DANS LA VIENNE; par M. **de Touchimbert.** Note communiquée par le Bureau central météorologique.

Le mois d'avril 1880 a été très sec; c'est à peine si nous avons pu relever une quantité sensible d'eau à l'udomètre placé à 1^m du sol gazonné : en deux jours nous avons recueilli pendant ce mois $1^{mm},1$.

Les quinze premiers jours de juin, par contre, présentent la quantité énorme de $122^{mm},7$ de pluie, recueillis dans les mêmes conditions. La moyenne générale à Poitiers étant de 42^{mm}, l'écart $79^{mm},3$ constitue un apport d'eau tout à fait anormal.

Devant ce résultat, obtenu pendant la première moitié du mois de juin seulement, il était certain que des inondations devaient se produire sur les bords de nos cours d'eau. De tous les points du département de la Vienne nous apprenons, en effet, que les rivières ont grossi démesurément et que plusieurs sont sorties de leur lit.

Montmorillon est une charmante petite ville de la Vienne, située à cheval sur la Gartempe et qui s'étage d'une manière pittoresque sur les deux contre-forts de cette petite rivière. La Gartempe prend sa source dans le département de la Creuse, au sein de torrents très puissants, et elle se jette dans la Creuse, tributaire de la Vienne.

La Gartempe, si tranquille d'ordinaire, a fait, le samedi 12 juin, une irruption subite dans la ville basse de Montmorillon. Dès 6^h du matin, l'eau envahissait toutes les rues voisines de la rivière, et en peu d'instants ses eaux se sont élevées à 2^m de hauteur sur certains points, accusant $5^m,50$ d'élévation au-dessus de l'étiage. Il a fallu en toute hâte opérer le sauvetage des habitants au moyen de barques qui sillonnaient les rues.

La panique a été grande parmi cette population, qui n'a pas conservé le souvenir d'une pareille inondation.

Toutes les maisons de la ville basse ont été abandonnées; les meubles ont été charriés par les eaux; les blés et les farines de plusieurs moulins sont devenus le jouet des flots;

plusieurs granges et murs de clôture se sont écroulés; la grille du Palais de justice a été enlevée, et la chaussée du pont de Lathus emportée.

Grâce à l'énergie de la gendarmerie et au concours des habitants de la ville haute, on n'a eu à constater aucun accident grave, et dans l'après-midi toute inquiétude avait disparu.

Antiquités de la Grèce.

M. **Lemuet**, de Coutances, Membre de l'Association, a profité d'un voyage qu'il vient de faire en Grèce pour exécuter une série de photographies représentant les principales ruines d'Athènes et de quelques autres villes anciennes de ce pays. Ces vues sont très belles; il en a adressé une collection à l'Association, et elles seront placées sous les yeux du public dans une des prochaines séances consacrées à nos Conférences scientifiques et littéraires.

DIXIÈME LISTE DE SOUSCRIPTION
pour élever
UN MONUMENT A LA MÉMOIRE DE U.-J. LE VERRIER (1).

		fr
Mme	Zedé, à Paris	40
	Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Rouen (2e versement)	100
	Société d'Agriculture, Sciences et Arts d'Agen	25
	Conseil général des Bouches-du-Rhône	100
MM.	Tissandier (Gaston), Directeur du journal *la Nature*	20
	Espiard de Colonge (Baron d')	20
	Flandin, à Versailles	20
	Lambert, Ingénieur en chef des Poudres	10
	Cousté, ancien Directeur de la Manufacture des Tabacs (2e versement)	5
	Coupvent des Bois (l'Amiral)	20
	Rolland, Membre de l'Institut	100
	Grenet, Inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées	100

Total de la souscription au 15 *juin* 1880, 23833fr,75

(1) *Voir* les *Bulletins* des 31 mars, 21 avril, 2, 16 et 21 juin, 21 et 28 juillet, 15 septembre et 15 décembre 1878, 1er juin 1879.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

4 JUILLET 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 14.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE DU CANAL DE LA MANCHE; par M. **Hébert**. Mémoire présenté à l'Académie les 7 et 14 juin 1880.

I.

Je me propose, dans cette Communication, de rechercher quel a été, dans les temps géologiques, le relief de la région occupée aujourd'hui par le canal de la Manche.

Dans de précédentes publications, j'ai donné des indications générales sur l'étendue occupée par la mer, dans le nord de la France et le sud de l'Angleterre, pendant la période du terrain jurassique supérieur. La mer du Nord couvrait alors la partie orientale de l'Angleterre et pénétrait en France entre le massif de roches anciennes du Cotentin et celui de l'Ardenne. Elle s'étendait sur la grande dépression naturelle du bassin de Paris, dont la ceinture montagneuse, déjà bien marquée, était formée par la Bretagne et la Vendée réunies, le plateau central, les Vosges et l'Ardenne.

La forme de ce grand golfe est nettement dessinée, sur toute Carte géologique de l'Europe, par la disposition des couches déposées par cette mer; elle est démontrée par les caractères littoraux que présentent ces dépôts le long des rivages que nous venons d'indiquer.

Les mêmes caractères prouvent que le golfe anglo-parisien a conservé la même forme générale non seulement pendant toute la période jurassique, mais pendant la période crétacée, jusques et y compris l'époque de la craie de Meudon. Il n'y a eu de changement que dans l'étendue recouverte par la mer, le sol tantôt s'exhaussant, tantôt s'affaissant, par suite d'oscillations générales et lentes.

Jusqu'à la fin de la période jurassique, une terre émergée, s'étendant de Londres vers Calais, Douai et l'Ardenne, servait de rivage au golfe anglo-parisien. Ce golfe, dirigé S.E.-N.O., embrassait bien la partie centrale du canal de la Manche; mais à l'est, de Calais à Londres, comme à l'ouest, du Cotentin au

Cornouailles, une barrière de roches anciennes séparait cette partie centrale soit de la mer du Nord, soit de l'océan Atlantique.

Au commencement de la période crétacée, à l'époque wealdienne, on constate l'existence d'une dépression S.O.-N.E., occupant la partie septentrionale de la Manche et les régions méridionales de l'Angleterre, depuis Weymouth jusqu'à la mer du Nord. A ce moment, le bassin de Paris était émergé. J'ai montré comment la mer l'avait occupé de nouveau à l'époque néocomienne et comment, à l'époque du gault, la terre qui s'étendait de Londres à Calais, à Douai et à l'est de ces points s'était affaissée et avait reçu plus tard de puissants dépôts crayeux.

Pendant cette immense période des temps jurassiques et crétacés, l'Angleterre et la France restaient unies par la large bande de roches anciennes dont le bord oriental s'étendait de Barfleur à Start-Point et qui, à l'ouest, joignait la Bretagne au pays de Cornouailles. La partie la plus large de la Manche était une terre ferme où certainement la mer jurassique et la mer crétacée n'ont jamais pénétré [1] jusqu'à l'époque de la craie de Meudon.

A l'époque suivante, celle de la craie supérieure ou danienne, la présence entre Valognes et Carentan d'un lambeau de calcaire à baculites, dont l'âge n'est point douteux, prouve que la mer a occupé, dans cette contrée, une petite dépression limitée au nord, à l'ouest et au sud par des terrains beaucoup plus anciens, dont l'assise la plus récente appartient à la base du terrain jurassique. Toute la série oolithique, tout le terrain crétacé inférieur manquent. Il a donc fallu que la mer du Nord s'avançât vers l'ouest jusqu'à Valognes, à travers les couches crétacées et jurassiques déposées antérieurement, puis émergées et consolidées, ou bien qu'une rupture eût lieu à travers l'isthme de roches anciennes pour permettre à l'Atlantique d'atteindre le golfe de Carentan en contournant le Cotentin.

Si la première supposition semble plus naturelle, il y a cependant des motifs qui paraissent appuyer la seconde. En effet, le calcaire à baculites n'a aucun représentant exact dans le nord de l'Europe; il semble se rapprocher plutôt de la craie de l'Amérique du Nord et être, par conséquent, un produit de l'Atlantique. Dans tous les cas, nous avons ici la preuve du prolongement vers l'ouest de la dépression de la Manche à la fin de la période crétacée.

Nous allons trouver d'autres indices précieux de la forme et de l'extension de cette dépression en consultant les dépôts tertiaires qui subsistent encore dans le voisinage. Pendant une

---

[1] A l'exception peut-être de l'époque cénomanienne.

partie de la période de l'éocène inférieur, la dépression anglo-parisienne a été couverte de lagunes où se sont accumulés des sédiments d'eau saumâtre ou même d'eau douce et des lignites ; mais la mer du Nord venait de temps à autre y déposer de véritables sédiments marins.

De Reims et d'Épernay par Château-Thierry, Mantes et les plateaux de la Normandie, on suit ces dépôts saumâtres jusqu'à la côte qui s'étend de Fécamp à Dieppe et à Saint-Valery-sur-Somme. On les retrouve parfaitement identiques sur la côte du Hampshire.

A cette époque, cette partie moyenne de la Manche était donc sous des eaux tantôt saumâtres, tantôt salées, et l'on peut s'assurer, en suivant la trace des dépôts marins, qu'ils venaient bien de la mer du Nord. Nous reviendrons tout à l'heure sur ces dépôts marins.

Les lagunes où se formaient les lignites étaient sensiblement au niveau de la mer, puisque celle-ci les a envahies à plusieurs reprises, les recouvrant d'un dépôt marin régulier, souvent très mince, sans qu'il y ait trace du moindre phénomène de ravinement. La substitution des eaux salées aux eaux douces s'est faite sans trouble mécanique, ce qui ne peut s'expliquer que par une égalité presque absolue entre le niveau de la lagune et celui de l'océan.

Or, aujourd'hui, les lambeaux de ces formations saumâtres sont, sur les plateaux de la Normandie, à une altitude de plus de 80^m à Varangéville, près de Dieppe, et à 100^m à Criel.

A cette époque, le niveau relatif de la mer était donc plus élevé de près de 100^m. Les falaises n'existaient point. La Manche était simplement une dépression à pentes douces, qui, dans la suite des temps, par l'effet d'un exhaussement du sol, a été creusée sous l'action prolongée de la mer.

On comprend que, les plateaux continentaux (Picardie, Normandie) se trouvant si voisins du niveau de l'océan, de faibles oscillations du sol devaient déterminer des variations considérables dans le figuré du littoral et transformer la lagune en golfe ou réciproquement.

La ligne ------ (*fig.* 1) représente les limites des lagunes des lignites.

Si l'on cherche à se rendre compte de la forme du golfe que la mer occupait antérieurement à l'époque des lignites, c'est-à-dire pendant le dépôt des sables de Bracheux, on trouve que (ligne.......) la mer du Nord s'étendait à l'ouest jusqu'à Londres, à l'est jusqu'à Mons; de Londres à Calais, elle longeait le massif crayeux de la rive droite de la Tamise. Le rivage s'étendait au sud-est vers Calais, le Boulonnais étant alors réuni à la région qui lui fait face en Angleterre. Les falaises qui s'étendent aujourd'hui de Brighton à Douvres et à

Margate faisaient corps, par le prolongement des couches de craie qui les constituent, avec celles qui leur font face en France, depuis l'embouchure de la Somme jusqu'à Calais. Il est donc bien certain qu'à ce moment le pas de Calais n'était pas ouvert, et ce n'est en effet que dans des temps beaucoup plus récents qu'a eu lieu cette ouverture. Le Boulonnais

Fig. 1.



La ligne -------- représente le contour des lagunes où les lignites se sont formées.
La ligne .... figure le contour du golfe des sables de Bracheux, et le prolongement .... représente le cordon littoral des poudingues de Nemours.

formait l'extrémité d'un promontoire; la mer le contournait, s'avancait à l'ouest, d'Étaples vers Brighton, revenait ensuite au sud-est vers Dieppe, passait au nord du pays de Bray, qui déjà formait une saillie, et couvrait la dépression parisienne entre Beauvais, Paris et Reims. Le rivage oriental s'étendait de Reims à Mons.

C'est à cette mer qu'est dû, indépendamment des sables de Bracheux qui ont précédé les lignites, le dépôt des couches marines intercalées dans ceux-ci.

La mer du Nord, couvrant une grande partie de la Belgique

et la plaine des Flandres, pénétrait donc alors dans le bassin de Paris par un assez large détroit dont Douai était le centre. Mais ce détroit était peu profond, et un léger mouvement d'exhaussement général du sol à l'est et d'affaissement à l'ouest l'a mis à sec et a reculé plus à l'ouest les limites de la dépression qui, partant du bassin de Paris, s'étendait sur l'emplacement de la partie centrale de la Manche vers l'île de Wight.

C'est dans cette vaste dépression que se sont formés les lagunes et leurs produits saumâtres et ligniteux.

Le pays de Bray y constituait une île. La mer s'était retirée vers le nord, abandonnant non seulement les environs de Londres, mais la Belgique entière, car les couches saumâtres à *Cyrena cuneiformis* découvertes à Ostende prouvent que les lagunes s'étendaient encore plus au nord.

Quant au Boulonnais, uni à la région crayeuse des Wealds, il s'est trouvé tantôt formant une île comme le pays de Bray, tantôt, par suite de la mise à sec du détroit de Douai, constituant un promontoire entouré à l'ouest par les lagunes; dans ce cas, celles-ci ne pouvaient communiquer que de ce côté avec la grande dépression septentrionale de la mer du Nord.

Un mouvement d'oscillation inverse du précédent a ramené les choses dans l'état où elles étaient lors du golfe de Bracheux; une nouvelle faune marine, celle des sables de Cuise, est venue habiter la dépression parisienne.

Ainsi, pendant la première phase de la période tertiaire celle de l'éocène inférieur, une partie de l'emplacement actuel de la Manche a été couverte par la mer du Nord, qui communiquait avec le bassin de Paris par les plaines de l'Artois. Dès lors, on s'explique aisément comment cette même mer a pu s'avancer jusqu'à Valognes à l'époque précédente (danienne) et aussi à l'époque suivante, celle de l'éocène moyen, comme je l'ai admis depuis longtemps pour expliquer la présence dans le petit bassin de Carentan de dépôts qui ont la plus grande analogie avec notre calcaire grossier.

Mais il existe au sud de la Bretagne, dans le département de la Loire-Inférieure, des couches marines qui viennent d'être étudiées avec beaucoup de soin et de sagacité par M. Vasseur. D'après les résultats de cette étude que j'ai eu récemment l'honneur de présenter à l'Académie, ces dépôts appartiennent à l'époque du calcaire grossier supérieur. Ils offrent, avec ceux de la même époque que l'on trouve dans le Cotentin, une parfaite identité. De part et d'autre la faune est la même, et c'est une faune très remarquable par le nombre et la beauté des formes spécifiques. L'identité est même plus grande qu'avec le calcaire grossier du bassin de Paris.

Il est impossible de ne pas admettre avec M. Vasseur une communication directe de la mer entre le Cotentin et la Loire inférieure. On démontre facilement que cette communication ne pouvait, en raison du relief du sol, avoir lieu à travers la Bretagne, de Valognes à Rennes. La mer devait nécessairement contourner la Bretagne, comme l'indique la *fig.* 2 (ligne------).

On a ici la preuve que le canal de la Manche était, sauf le détroit de Calais, complètement ouvert à l'époque de l'éocène moyen, et, par conséquent, c'est une présomption pour que cette ouverture ait pu exister à l'époque de la craie supérieure.

La *fig.* 2 montre l'étendue couverte, dans l'Europe septen-

Fig. 2.



---- --- Mer du calcaire grossier inférieur.
.... Mer des sables de Fontainebleau.
. . . . Prolongement hypothétique du canal à l'époque des sables de Fontainebleau.

trionale, par la mer du calcaire grossier inférieur; mais rien ne prouve que le bassin de Paris communiquât avec la mer du Nord pendant la formation du calcaire grossier supérieur, le calcaire à cérites d'Alex. Brongniart. Aucun dépôt correspondant à cette époque n'a été signalé sur le pourtour de la mer du Nord, ni sur les côtes orientales de l'Angleterre, ni en Belgique, ni dans l'Allemagne septentrionale, où l'éocène

manque en entier. Il est extrêmement probable que le bassin de Paris était alors limité au nord par la saillie connue sous le nom d'*axe de l'Artois*, laquelle, se continuant en Angleterre vers le comté de Wilts, séparait le bassin de Londres de celui du Hampshire et fermait également de ce côté toute communication avec le Nord.

C'est donc de l'Atlantique que dépendait à ce moment le golfe parisien, dont les eaux, souvent saumâtres, ont été quelquefois remplacées par des eaux douces, surtout dans les parties méridionale et orientale de la dépression.

Ces conditions expliquent pourquoi la faune du calcaire grossier supérieur de Paris est assez pauvre et pourquoi l'on n'y trouve que bien rarement des espèces marines de taille un peu forte.

Les recherches de M. Vasseur, exécutées dans un petit bassin du littoral de l'Atlantique, nous font connaître un grand nombre de formes franchement marines associées aux espèces saumâtres du bassin de Paris. Elles nous permettent d'avoir une idée exacte de la faune marine de cette époque.

II.

L'Académie voudra bien remarquer que je me suis servi, pour apprécier le relief de la région que j'étudie, d'un procédé des plus sûrs : l'observation des nivellements successifs qui ont été opérés dans ces contrées par la mer elle-même. Nous savons en effet que, lorsque nous rencontrons une alternance de minces couches marines avec des couches saumâtres ou d'eau douce, en stratification régulière et concordante, la surface sur laquelle se formaient ces dépôts était sensiblement au niveau de la mer.

Cette alternance, que nous avons déjà signalée pendant l'éocène inférieur et à l'époque du calcaire grossier supérieur, se retrouve à la fin des sables de Beauchamp, lesquels terminent l'éocène moyen. Ces sables, essentiellement marins dans la presque totalité de leur épaisseur, ont été déposés dans un golfe dont la forme était à peu près la même que celle du golfe du calcaire grossier inférieur (*fig.* 2, ligne------), mais dont l'étendue était un peu moindre. Le pourtour en est nettement marqué par une ligne de dunes ou par un cordon littoral de galets roulés, de roches perforées, etc.

Sans aucun doute, ce golfe communiquait avec le bassin du Hampshire, où la même faune se retrouve, et probablement aussi avec le bassin de la Loire inférieure. Communiquait-il avec la mer du Nord? Cela est très probable, en raison des affinités de la faune des sables de Beauchamp avec celle du calcaire grossier, dont la patrie était la mer du Nord. Mais,

pour que cette question soit résolue d'une façon certaine, il est nécessaire que les dépôts signalés en Belgique comme étant de la même époque soient mieux connus dans leur faune.

L'éocène moyen a été suivi, pour l'Europe septentrionale, d'un exhaussement qui a transformé le bassin anglo-parisien en lacs ou en lagunes : c'est l'époque de l'éocène supérieur. Dans mon opinion, aucune trace de dépôts de cette époque, caractérisée par la faune paléothérienne du gypse, n'existe au nord du bassin, à partir du seuil des Flandres, du Boulonnais et des Wealds; mais la partie centrale de la Manche était restée une dépression où, comme dans le bassin de Paris, se sont formés des lacs ou des lagunes.

Ici, comme à l'époque des lignites, ces lagunes de l'éocène supérieur étaient presque au niveau de la mer, car celle-ci y a pénétré à plusieurs reprises pour y déposer de minces couches marines, les marnes à *Pholadomya ludensis*, et d'autres couches avec lucines, cérites, etc. La différence que présentent ces dépôts dans l'île de Wight d'une part et à Paris de l'autre pourrait faire supposer que la première localité communiquait avec l'Atlantique, la seconde avec la mer du Nord.

Quoi qu'il en soit, un affaissement notable à l'ouest a déterminé la rentrée de la mer du Nord, non seulement dans le bassin de Paris, mais sur une grande partie de la Belgique, sur la Westphalie, le Hanovre septentrional et la Prusse. Contournant le Hartz et les montagnes hercyniennes, cette mer a pénétré par un long canal jusqu'à la vallée du Rhin à Mayence et s'est étendue dans cette dépression qui existait depuis longtemps déjà depuis Bingen jusqu'au pied du Jura, au delà de Bâle ([1]).

La communication du bassin de Paris avec le bassin du Hampshire est démontrée pour cette époque; il y avait là un petit golfe (*fig.* 2), et très probablement le Cotentin était une lagune dépendant de ce golfe. L'extension à l'ouest est plus incertaine : j'ai indiqué cette incertitude par un prolongement en ligne ponctuée à points plus espacés. Sans aucun doute, la partie occidentale de la Manche restait, à ce moment, une dépression peu élevée au-dessus du niveau de la mer, une sorte de seuil précédant l'Atlantique, où nous retrouvons la faune des sables de Fontainebleau dans un petit fiord qui s'étendait du sud au nord, de Nantes à Rennes.

Ainsi, pendant le dépôt des sables de Fontainebleau, comme pendant les époques précédentes de la période tertiaire, la

---

([1]) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XII, p. 760; 1855.

Manche restait une dépression à pentes peu inclinées et sans falaises entre l'Atlantique et la mer du Nord. De l'Atlantique au pas de Calais, cette dépression occupait sensiblement l'emplacement actuel de la Manche; mais, au lieu du détroit, la saillie crayeuse qui s'étendait du Boulonnais à Brighton et à Londres continuait à s'opposer à la communication directe.

Quelle qu'ait été la profondeur des eaux dans le bassin de Paris pendant le dépôt des sables de Fontainebleau, qui s'y sont accumulés sur une épaisseur de plus de 70^m quelquefois, nous constatons à la partie supérieure de ces sables cette alternance de petites couches marines et d'eau douce qui indique qu'à ce moment le fond de la dépression se trouvait de nouveau au niveau de la mer.

Pendant cette série de dépôts qui comblaient le fond du bassin, celui-ci s'affaissait peu à peu et se trouvait encore au niveau de la mer, bien que des couches solides comme celles du calcaire grossier ou meubles comme les sables de Beauchamp et de Fontainebleau, d'une épaisseur totale de plus de 100^m, se fussent accumulées les unes sur les autres.

Or, aujourd'hui, la couche déposée alors au niveau de la mer se trouve, aux environs de Paris, à 160^m d'altitude; elle s'abaisse au sud : elle n'est plus qu'à 120^m à Étampes, à 125^m à Fontainebleau; mais elle s'élève considérablement au nord, car elle atteint 250^m dans la forêt de Villers-Cotterets. Toutes ces hauteurs ne sont que les témoins de la nappe horizontale de sable qui formait alors le fond uni de la dépression parisienne, et qu'un léger mouvement ascensionnel a transformé en lac : le lac du calcaire de Beauce et des meulières de Meudon et de Montmorency. Ce lac a commencé par être au niveau de la mer, puisque ses premiers dépôts alternent avec les derniers sédiments marins. Sans aucun doute, il n'y a eu à cette époque aucun changement considérable dans le relief du nord de la France. On pourrait seulement légitimement supposer que le sol s'est un peu affaissé vers le sud-est, ce qui expliquerait la plus grande épaisseur du calcaire lacustre dans cette direction. Mais le soulèvement qui a porté ces couches, dans le nord, à des hauteurs qui dépassent leur niveau actuel en Touraine de 150^m au moins est un phénomène postérieur au calcaire de Beauce.

Jusqu'à la fin du calcaire de Beauce, nous avons pu nous faire une idée générale, suffisamment nette, du relief du sol de la France septentrionale pendant toutes les époques de la période tertiaire, et nous avons établi que ce relief s'est toujours maintenu en rapport avec celui de la dépression de la Manche.

A partir de ce moment, les moyens de contrôle nous échappent. Nous sommes souvent réduits à de simples conjectures,

que nous émettrons plutôt pour appeler de nouvelles recherches que pour donner des solutions.

Nous savons cependant encore d'une manière certaine que, par suite d'un exhaussement du sol au nord-est et d'un affaissement au sud-ouest, la pente régulière du sol s'établit dans cette dernière direction : les calcaires de Beauce furent mis à sec au nord-est et plongèrent au sud-ouest sous les eaux de l'Atlantique, qui vinrent occuper d'une manière permanente la Touraine et y déposer les couches connues sous le nom de *faluns* (miocène moyen). Les rivages de cet ancien golfe sont marqués dans beaucoup de points. Ils sont aujourd'hui environ à 100^m au-dessus du niveau actuel de la mer.

Le plongement régulier du calcaire de Beauce d'Étampes à Tours est loin de suffire pour expliquer le relèvement de ces couches à plus de 250^m à Villers-Cotterets ; ce relèvement est donc dû à un phénomène distinct et postérieur.

On doit donc séparer le mouvement général d'exhaussement qui a émergé toute l'Europe septentrionale après l'époque des sables de Fontainebleau et qui, plus accentué encore après le calcaire de Beauce, a fait pénétrer l'océan Atlantique en Touraine par la vallée de la Loire, on doit séparer, dis-je, ce mouvement général du soulèvement qui a donné à certaines parties septentrionales du bassin de Paris un relief exceptionnel.

Ce qui paraît certain, c'est que la mer des faluns de Touraine n'a recouvert aucune partie de l'Europe septentrionale et qu'elle n'a point occupé la dépression de la Manche, où elle n'a laissé aucune trace de sa présence. La mer pliocène, au contraire, a recouvert une partie du Cotentin, et là ses dépôts sont restés à peu près au niveau de la mer ; on sait d'ailleurs qu'elle occupait l'emplacement actuel de la mer du Nord, qu'elle dépassait même à l'ouest, en s'étendant sur une partie des comtés d'York, Norfolk, Suffolk et Essex, et à l'est, sur la région d'Anvers.

Le golfe pliocène du Cotentin était-il une dépendance de la mer du Nord, ou appartenait-il à l'océan Atlantique ? Cette dernière hypothèse semble peu probable, puisque jusqu'ici on n'a encore signalé aucun lambeau pliocène marin sur les côtes de l'Atlantique, ni en Bretagne, ni dans l'Aquitaine. Toutefois, je me borne à poser la question.

Entre l'époque du calcaire de Beauce, fin du miocène inférieur, et celle des marnes pliocènes du Cotentin, pendant toute la durée du miocène moyen et du miocène supérieur, le relief de la France septentrionale a pu subir d'importantes modifications. Le relèvement vers le nord du calcaire de Beauce et de toutes les assises qui le supportent, relèvement bien constaté au commencement du miocène moyen, a dû se

faire sentir sur le versant méridional de la vallée de la Manche, dont les assises plongèrent alors vers le sud, et, comme ce relèvement ne paraît pas avoir affecté au même degré les côtes de l'Angleterre, il en résulterait que la partie centrale de la dépression a dû, à cette époque, se soulever, former un bombement anticlinal et peut-être se fissurer de manière à présenter à la mer, lors de sa rentrée, un passage à bords escarpés, sans doute très peu élevés, mais sur lesquels l'action des eaux a pu s'exercer avec plus d'énergie (1). Mais il est inutile de pousser plus loin cette hypothèse. J'abandonne donc, comme un sujet qui m'est complètement inconnu, l'histoire du relief de la Manche pendant les temps qui se sont écoulés entre le miocène inférieur et la période quaternaire, par laquelle je terminerai ces observations.

Ici nous rencontrons quelques faits intéressants.

Le soulèvement principal, qui a porté les couches tertiaires à de si grandes hauteurs et que nous avons distingué de l'exhaussement général du sol, a paru à plusieurs géologues, parmi lesquels d'Omalius d'Halloy et Élie de Beaumont (2), être en rapport avec les éruptions volcaniques des bords du Rhin. Or, ces éruptions sont quaternaires.

C'est également à la période quaternaire que d'Archiac (3) attribue l'ouverture du détroit de Calais.

Je n'ai aucune raison pour ne pas adopter ces deux opinions, au moins d'une manière générale. Je considère même comme parfaitement fondée l'idée de d'Archiac que, pendant une partie de la période quaternaire, les îles Britanniques continuaient à être rattachées au continent européen, d'où leur sont venus ces nombreux troupeaux de mammouths et de rhinocéros dont les débris abondent en Angleterre.

D'Archiac suppose que l'ouverture de l'isthme est due à une rupture violente. Faut-il voir dans les phénomènes volcaniques de la région rhénane la cause ou du moins un fait concomitant de cette rupture et en même temps du soulèvement si considérable du nord de la France? Je ne vois rien qui s'y oppose, et certainement, dans ce cas, on se rendra aisément compte de la formation de nos falaises si escarpées.

On ne peut nier d'ailleurs que la période quaternaire n'ait été le théâtre de violentes secousses de l'écorce terrestre. Les volcans d'Auvergne comme ceux de l'Eifel datent du milieu de cette période. On peut donc légitimement voir dans ces

(1) D'Archiac (*Histoire des progrès de la Géologie*, t. II, p. 635) a traité cette question d'une manière différente.

(2) *Notice sur les systèmes de montagnes*, p. 568.

(3) *Loc. cit.*, p. 127 et 170. — *Bulletin de la Société géologique de France*, t. X, p. 222; 1839.

phénomènes les effets des dislocations du genre de celles qui ont ouvert les défilés du Rhin, de la Meuse, du détroit de Calais, et de beaucoup d'autres accidents récents dans l'Europe occidentale.

Pendant cette période quaternaire, l'hémisphère nord a été tout entier soumis à des oscillations d'une amplitude véritablement surprenante. Nous ne trouvons rien de comparable dans la période tertiaire, non seulement jusqu'à la fin du miocène inférieur dans notre Europe septentrionale, mais jusqu'à la fin des marnes pliocènes subapennines dans l'Europe méridionale. Partout on constate, pendant toute la durée des temps miocènes ou pliocènes, ces mouvements lents qui changent insensiblement et sans dislocation la distribution des terres et des eaux.

Les phénomènes physiques et dynamiques de la période quaternaire constituent, et par leur énergie et par leur généralité, quelque chose de tout à fait anomal, qui vient brusquement changer la nature des mouvements du sol, jusque-là analogues, pour ainsi dire, à ceux de la nature actuèlle, excepté dans quelques cas particuliers et locaux.

Pour ces divers motifs, nous attribuerons à cette période l'ouverture du détroit de Calais et l'état final actuel des falaises de la Manche.

EXPÉRIENCES SUR LES EXPLOSIONS PAR CONGÉLATION; par M. **Ed. Hagenbach**, professeur à l'Université de Bâle.

Pendant le rigoureux hiver que nous venons de traverser, je fis l'expérience bien connue de l'explosion d'un vase par congélation de l'eau qu'il contient. Il m'a été donné d'observer dans cette expérience quelques phénomènes accessoires que je désire décrire ici, car ils présentent un intérêt plus général et ils jettent un certain jour sur ce mode d'explosion.

J'ai opéré avec des obus sphériques en fonte, dont le diamètre extérieur était de $0^{m},15$, le volume intérieur 880^{cc}, le diamètre intérieur $0^{m},128$ l'épaisseur, par conséquent $0^{m},022$. Ces obus furent remplis d'eau, fermés avec un bouchon à vis en fer et exposés au froid.

Je fis la première expérience le 10 décembre 1879. L'obus fut mis en plein air à 1^{h} après midi. La température était alors de $-12°$C.; à 9^{h} du soir elle était de $-18°,4$, et le lendemain matin à 7^{h}, de $-14°,6$. A 9^{h} du soir on ne remarquait encore aucun effet; mais le lendemain à 7^{h} du matin, l'obus avait éclaté.

La seconde expérience fut faite le 20 janvier, lorsque survint une nouvelle période de froid. L'obus, traité de la même manière, fut mis en plein air vers 10^{h} du matin. La tem-

pérature était à 7^h du matin — 20°,0, à 1^h — 12°,8, à 9^h du soir — 14°,2. A 7^h du soir, on n'observait encore aucune modification; mais, à 9^h, l'obus avait sauté. La photographie ne put être faite, il est vrai, que le 21 de bonne heure; toutefois, il ne s'était produit dans l'intervalle qu'une modification insignifiante, consistant en ce que le cylindre de glace s'était légèrement allongé.

Une première particularité remarquable que présentent les masses de glace ainsi expulsées sont des filaments ténus, dont l'un, celui du mois de décembre, se recourbe vers le bas, l'autre, celui du mois de janvier, vers le haut. Ces filaments ont tout à fait l'apparence de jets d'eau subitement congelés, et pour la suite je leur donnerai en effet cette dénomination. Examinés de plus près, ils présentent, outre leur courbure inverse, encore d'autres différences. Le jet de décembre est plat à son point de départ et rond plus loin; il présente des élargissements équidistants ou nœuds; j'en ai compté seize, qui étaient distants entre eux de $0^m,007$ environ. Le jet de janvier, comme celui de décembre, allait en se rétrécissant vers son extrémité; présentant $0^m,009$ de diamètre à sa base, il n'avait plus que $0^m,003$ à son extrémité. En outre, il présentait un aplatissement très marqué à sa partie supérieure, c'est-à-dire du côté de sa concavité; sa section était à peu près un demi-cercle. Il ne présentait pas de renflements ou de nœuds.

Nous allons chercher à nous rendre compte maintenant de la formation de ces figures de glace et nous commencerons par celle obtenue le 20 janvier, dont nous pourrons mieux suivre le développement graduel dans ses diverses phases.

Comme l'obus avait été entièrement rempli d'eau, la dilatation ne pouvait se produire; la glace ne se forma donc pas immédiatement, mais l'eau se refroidit au-dessous de 0° et, dans cet état de surfusion, exerça une pression considérable sur son enveloppe rigide. Celle-ci subit d'abord, en vertu de son élasticité, une légère extension, et, un jour s'étant ainsi produit dans les pas de vis du bouchon, une petite quantité de l'eau en surfusion put s'échapper par là, couler en un mince filet le long de la paroi extérieure de l'obus, et tomber en petite partie sur la chaise de bois qui portait l'appareil. Cette eau, à sa sortie, n'étant plus soumise à la pression, dut se congeler instantanément. Je le reconnus à l'apparence du jet ci-dessus décrit, qui avait été aplati à sa partie inférieure par le contact avec la paroi de l'obus, mais ne s'était pas étalé sur celle-ci, et aussi aux gouttes congelées que je trouvai sur la chaise. C'était en petit le même phénomène que celui qu'on observe dans la production du verglas, que l'on explique aussi par la congélation subite d'eau en surfusion.

La congélation de l'eau expulsée provoqua la cristallisation

du reste de la masse, et le bouchon fut violemment projeté par suite de l'énorme augmentation de pression qui en résulta. Malgré toutes mes recherches, je n'ai pu jusqu'ici le retrouver, et, comme je l'eusse reconnu facilement sur la neige immaculée répandue tout autour du lieu de l'expérience, il doit avoir été lancé très loin, ainsi que Williams l'a observé dans les expériences qu'il fit en 1785 à Québec. Quelques portions du pas de vis avaient été arrachées, et l'obus présentait plusieurs fissures rayonnant autour de l'orifice. Celles-ci demeurèrent ouvertes, sous l'action de la pression interne, tout le temps que l'eau resta congelée, mais se refermèrent par l'effet de l'élasticité de l'acier dès que la glace fut fondue. Un cylindre de glace avait été expulsé par l'ouverture ronde de l'obus; les stries qu'il présentait à sa surface prouvaient que la glace solide, mais plastique, avait été expulsée violemment. Cette colonne de glace avait soulevé avec elle le jet d'eau congelé, qui présentait une surface concave par-dessous, là où il avait reposé sur la paroi de l'obus.

Comme la quantité de chaleur émise dans la congélation de toute la masse d'eau est notablement plus considérable que celle qui est nécessaire pour élever sa température d'environ — 15° à 0°, la masse d'eau ne put pas se congeler tout entière au premier moment. Le cylindre de glace exprimé, aussi bien que l'obus même, devait contenir encore de l'eau liquide. Par le très grand froid qu'il faisait, l'eau contenue dans le cylindre ne tarda pas à geler; cela fit éclater le cylindre de glace, à sa partie supérieure, en quatre morceaux qui s'entr'ouvrirent comme les pétales d'un bouton qui s'épanouit. Par suite, le dard formé par le jet d'eau congelé fut retourné la pointe en l'air, présentant maintenant sa face concave aplatie par-dessus. Nous avons tout lieu d'admettre que le phénomène qui vient d'être décrit s'est produit dans un temps très court, peut-être une fraction de seconde. Peu à peu l'eau contenue dans l'intérieur de l'obus acheva de geler; le manchon de glace s'allongea de la sorte jusqu'à ce qu'il se rompît. Je coupai alors toute la glace émergeant de la boule et mesurai après fusion la quantité d'eau manquant dans l'obus. Je l'évaluai à 82^{cc}. Le volume intérieur de l'obus mesurant 885^{cc}, il suit que la densité de la glace avait été de 0,91. Cette mesure concorde suffisamment avec les mesures directes, eu égard à ce qu'il ne s'agit ici que d'une expérience assez grossière et à ce que la glace contenait probablement une certaine quantité d'air.

L'examen détaillé que nous venons de faire de l'expérience de janvier va nous servir maintenant à expliquer celle de décembre.

Dans les traits principaux, le phénomène avait été le même; les différences tinrent surtout à ce que le bouchon de fer était

enfoncé plus profondément; aussi ne fut-il pas projeté. En revanche, l'obus éclata et un morceau triangulaire en fut soulevé. Le jet d'eau initial ne s'échappa pas cette fois par le pas de vis, mais par la première issue qui se produisit par la rupture de la paroi. Comme l'eau n'eut qu'une faible résistance à vaincre à sa sortie, elle sortit avec une vitesse plus grande et s'éleva en forme de jet libre au lieu de couler le long des parois de l'obus : c'est pourquoi il présentait une section ronde et non demi-circulaire. Je pris d'abord la courbure qu'il affectait pour la trajectoire parabolique d'un jet d'eau à l'air libre. Mais, lorsque j'eus mieux étudié la marche du phénomène dans l'expérience de janvier, il me parut probable que ce jet de glace, après avoir été sensiblement droit par suite de la grande vitesse d'écoulement, s'était courbé ensuite sous l'action de sa pesanteur jusqu'à venir reposer sur la paroi de l'obus, de manière à prendre ainsi après coup la courbure de sa surface extérieure. Pour expliquer ce fait, il importe de tenir compte de la plasticité que présentait ce jet de glace, alors qu'après sa congélation subite il devait renfermer encore de l'eau, comme nous l'avons vu dans l'autre expérience. Si par la pensée on ramène à sa place le morceau d'obus soulevé auquel adhère le jet de glace, l'extrémité de celui-ci vient s'appliquer sur la surface de l'obus. La courbure plus faible du jet vers son point de sortie s'explique aisément, sa base plus large ayant dû être moins flexible que le bout. Il importe de remarquer encore que le jet prend son origine à quelques millimètres au-dessous de la surface supérieure du morceau enlevé, ce qui tient à ce que le jet d'eau ne s'échappa que lorsque le fragment avait été déjà un peu soulevé.

Nous n'avons plus qu'à chercher à expliquer maintenant les renflements équidistants ou nœuds que présentait le jet. Je crus y reconnaître la forme de la veine liquide telle que Savart l'a décrite. Cette explication paraissait d'abord assez plausible, puisque, le jet, à son origine, était aplati horizontalement; mais un examen plus approfondi de la forme que montrait le jet soit en nature, soit en photographie, me fit voir qu'ailleurs il ne présentait pas d'autres segments aplatis se succédant alternativement avec une inclinaison de 90° l'un sur l'autre, mais avait sur tout le reste de sa longueur une section arrondie, alternativement plus large et plus étroite. Nous avons donc affaire ici à des élargissements et à des rétrécissements périodiques du jet. Peut-être ce fait peut-il s'expliquer par l'hypothèse que le fragment détaché était animé, au moment de l'arrachement, d'un mouvement vibratoire qui s'est communiqué au jet d'eau et y a produit ces nœuds et ventres alternatifs.

Je ne sais pas si le phénomène d'un jet de glace produit de

la sorte par congélation instantanée a déjà été décrit; c'est probable, car il a dû se produire et être observé fréquemment, puisqu'il s'est offert à moi accidentellement dans les deux expériences que je viens de décrire. Williams a constaté quelque chose d'analogue dans une de ses expériences, dans laquelle il a vu se produire sur les fissures du vase des lamelles de glace semblables à des nageoires de poisson. Je pense que, dans cette expérience, l'eau en surfusion s'échappa sous forme de nappe et se congela instantanément sous cette forme. Dans son Ouvrage sur la chaleur, Cazin donne une figure de ce phénomène; toutefois, comme le travail original de Williams ne contient aucune planche, la figure en question n'est pas la reproduction directe du phénomène, mais n'a pu être faite que d'après la description de son auteur.

(*Arch. des Sciences phys. et nat. de Genève*, 15 juin 1880.)

Observations de M. C. de Candolle sur les poussières déposées par la pluie près de Bonneville, en Savoie, le 25 avril 1880.

Dans un précédent numéro du *Bulletin*, nous avons rendu compte des pluies de poussière observées sur divers points de la France du 21 au 25 avril dernier. Le même phénomène a été constaté à Bonneville, et, à la demande de M. Plantamour, de Genève, M. le professeur C. de Candolle a étudié les matières recueillies dans cette localité. Ce savant s'est assuré qu'elles sont de nature organique. Elles consistent en débris végétaux, provenant probablement de jeunes tissus épidermiques, et elles n'ont offert aucune trace de pollen.

Des poussières contenues dans la pluie tombée le même jour à Dullier et observées par M. Vernet étaient essentiellement de nature minérale et consistaient principalement en sable calcaire associé à des éléments siliceux, mais, de même que les précédentes, étaient exemptes de particules attirables à l'aimant.

En résumé, les matières recueillies dans les diverses localités rentrent dans la catégorie des poussières atmosphériques ordinaires, auxquelles on ne saurait attribuer une origine cosmique.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

11 JUILLET 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 15.

MÉDAILLES DÉCERNÉES PAR L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE A DES OFFICIERS DE MARINE ET A DES INSTITUTEURS, POUR LEURS OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES (¹).

Une médaille de vermeil à M. **Cambiaggio**, capitaine au long cours, commandant le paquebot *Immaculée Conception,* de la Compagnie Valery, pour ses travaux météorologiques.

On doit à cet officier un grand nombre de remarques intéressantes relatives aux phénomènes qui peuvent renseigner les marins de la Méditerranée sur les probabilités du temps. Ces remarques ont été publiées, sous le titre de *Préceptes météorologiques,* dans le *Bulletin météorologique* du Gouvernement de l'Algérie.

M. Cambiaggio a communiqué régulièrement au Service de l'Algérie et au Bureau central les observations qu'il a recueillies pendant ses traversées de la Méditerranée. Il prend actuellement une part active aux observations simultanées.

TRANSFORMATION DU TRAVAIL MÉCANIQUE EN CHALEUR; APPLICATION A LA PRODUCTION INDUSTRIELLE DU FROID; par M. l'ingénieur **J. Armengaud** jeune, ancien élève de l'École Polytechnique.

Considérations générales. — Une des plus grandes découvertes dont le XIXᵉ siècle ait à s'honorer est, sans contredit, l'ensemble de ces lois et de ces principes qui constituent une branche spéciale de la Science à laquelle on a donné le nom de *Thermodynamique,* ou Théorie mécanique de la chaleur. Si la France a fourni avec Sadi Carnot l'idée première de l'assimilation de la chaleur et du mouvement, et avec Regnault une série de mesures et de données précises qui ont permis de vérifier cette conception, les nations qui nous environnent

(¹) Voir le *Bulletin* du 16 mai.

ont largement contribué à l'édification de cette science : l'Allemagne avec Meyer et Clausius, l'Angleterre avec Joule et Tyndall, de telle sorte qu'on peut dire que la Thermodynamique est une œuvre vraiment internationale. Dans cette courte et incomplète énumération, je n'aurai garde d'oublier, au milieu de ces noms illustres, celui de M. Hirn, qui représente si bien la part de notre chère Alsace dans l'histoire de cette admirable découverte.

La Théorie mécanique de la chaleur, ainsi que le dit si justement M. Zeuner dans son remarquable Ouvrage, offre un enchaînement de théorèmes et de faits indépendants de toute idée préconçue sur l'essence de la chaleur. Toutefois, pour la satisfaction de l'esprit, il n'est pas inutile de faire quelques hypothèses sur la nature du calorique, surtout en les rapprochant de celles qui se rattachent à la constitution des corps.

L'opinion la plus généralement admise consiste à concevoir un corps comme formé de points matériels, atomes du corps et de l'éther, qui agissent les uns sur les autres et qui possèdent chacun un certain mouvement d'oscillation ou de rotation autour de leurs centres d'action, de telle sorte qu'il y a toujours dans un tel système une certaine force vive emmagasinée. C'est ce mouvement moléculaire non appréciable à l'œil qui est supposé correspondre à la chaleur sensible du corps et est susceptible aussi de se manifester extérieurement par des effets de lumière ou d'électricité. C'est ce même mouvement qui est en jeu dans les actions chimiques. Tel est le lien philosophique qui établit la corrélation des forces naturelles.

De l'idée de la chaleur considérée comme mouvement ou comme force vive intérieure, on arrive sans transition à celle de sa transformation en travail mécanique extérieur, et réciproquement. C'est le premier principe fondamental de la Thermodynamique, le seul qui serve essentiellement de base aux développements mathématiques qui conduisent aux autres théorèmes de cette science.

On peut l'énoncer ainsi :

La production de tout travail mécanique est accompagnée de la disparition d'une certaine quantité de chaleur, et, réciproquement, la destruction d'un travail mécanique ou de la force vive équivalente est accompagnée de la production d'une certaine quantité de chaleur.

Le rapport entre la quantité de travail produit ou dépensé et la quantité de chaleur disparue ou gagnée est constant; à 1^{cal} correspond un travail de 425^{kgm}. C'est ce nombre, trouvé dans l'expérience de M. Joule, auquel Meyer a donné le nom d'*équivalent mécanique de la chaleur*.

Pendant longtemps, les contradictions apparentes que pré-

sente ce principe avec ce qui se passe dans les opérations industrielles où la chaleur et le travail se trouvent en rapport ont fait hésiter les ingénieurs à adopter les idées de la nouvelle théorie.

Cette hésitation n'a commencé à être vaincue que depuis les expériences célèbres auxquelles M. Hirn a soumis la machine à vapeur. N'est-ce pas à l'enseignement fourni par cette théorie que nous sommes redevables de ces perfectionnements considérables que les machines à vapeur ont subis depuis vingt ans, et qui ont tous eu pour objectif une meilleure utilisation de la chaleur? On croyait que, après l'illustre Watt, il ne resterait plus que des améliorations de détail à apporter dans la construction des machines à vapeur, lorsque tout à coup l'annonce du chiffre qui exprime l'équivalent mécanique de la chaleur jeta le trouble dans les esprits et aussi, dois-je le dire, fit naître l'espérance dans ceux qui croient à la constance du progrès.

D'après cette équivalence de la chaleur, 1^{kg} de houille, qui développe, on le sait, environ 8000^{cal}, devrait théoriquement fournir un travail de 8000×425, c'est-à-dire de 12 chevaux-vapeur ou au moins de 6 chevaux pendant une heure, si l'on tient compte de ce fait que la moitié du calorique seulement est communiquée à la chaudière. On voit combien ce rendement théorique est supérieur au meilleur rendement obtenu en pratique, lequel seulement, pour des machines d'une grande puissance, a pu descendre à 1^{kg} de houille par cheval.

Déjà le système Corliss, paru pour la première fois en 1867, et les systèmes Wolff et *compound*, dont l'Exposition nous a offert des types si remarquables, ont réalisé des économies sensibles, estimées, par M. de Fréminville, respectivement à 12 pour 100 et à 17 pour 100. Mais, malgré ces améliorations, on voit quel chemin il reste encore à parcourir si l'on tient à ne pas gaspiller la houille, à ne pas épuiser cette source féconde, qui, au dire des géologues, dans un temps relativement prochain, menacerait de se tarir.

Ces considérations m'ont paru nécessaires pour préparer le sujet que j'ai à traiter. Ce n'est pas, en effet, de la transformation de la chaleur en travail mécanique dont j'ai à m'occuper aujourd'hui : je me propose d'étudier la partie réciproque du principe fondamental, c'est-à-dire la conversion du travail mécanique en chaleur.

Travail mécanique transformé en chaleur perdue. — La force motrice, développée dans les machines à vapeur, est transmise par les récepteurs, c'est-à-dire les machines-outils, à la matière qui doit être transformée pour nos besoins. La matière est rebelle à cette transformation, et la résistance qu'elle oppose à l'effort moteur provoque un dégagement de

chaleur. Tout le monde a remarqué l'échauffement d'un morceau de métal qu'on lamine, que l'on estampe, que l'on perce, que l'on déforme d'une façon quelconque. En mesurant les calories développées, on trouverait qu'elles correspondent au travail de déformation produit ou au travail moteur consommé, dans le rapport de 1^{cal} pour 425^{kgm}.

La déformation résultant de l'effort exercé peut être permanente ou temporaire. Ce dernier cas se présente lorsqu'il s'agit des corps élastiques, par exemple d'un ressort d'acier que l'on bande, d'une masse d'air que l'on comprime ou de l'eau mise en pression dans un accumulateur.

Le travail pourra alors être restitué, et cette restitution sera, à son tour, accompagnée d'une absorption de chaleur, autrement dit d'un refroidissement.

Je reviendrai plus loin sur cette question.

Ainsi, toute destruction définitive ou momentanée de travail mécanique est nécessairement accompagnée d'un dégagement de chaleur. Toutefois, cette chaleur n'apparaît pas toujours dans des conditions qui en rendent la constatation facile. Elle se disperse facilement par rayonnement ou par conductibilité, sans laisser de trace de son passage. Pour en avoir la sensation, il importe que l'action mécanique se concentre sur une surface peu étendue; il faut que la chaleur se trouve accumulée dans un espace restreint, pour pouvoir manifester son existence par l'effet de son intensité.

Je citerai, comme exemples, le choc du fer d'un cheval faisant jaillir des étincelles sur le pavé, l'échauffement et souvent la combustion des sabots des freins qui, par la friction, enrayent la marche d'une voiture. Cet échauffement, dans les trains de chemins de fer, atteste la quantité de force vive énorme qu'il a fallu absorber dans un très court intervalle de temps.

Je suis tout naturellement amené à parler des expériences à l'aide desquelles M. Tresca a pu recueillir et, pour ainsi dire, fixer et évaluer la chaleur développée par une action mécanique.

En soumettant au forgeage une barre de platine iridié placée sur l'enclume lorsqu'elle est encore à la température voisine de celle du rouge, M. Tresca a vu apparaître sur les côtés de la pièce deux lignes lumineuses en diagonale.

Il a constaté que ces deux lignes correspondaient aux zones de plus grand glissement, là où se dépense la plus grande somme de travail et où, par conséquent, se produit le maximum de chaleur, et ce en quantité suffisante pour se traduire en impression lumineuse.

Une autre expérience, faite dans le même ordre d'idées, consiste à enduire la barre métallique, qui peut être en

métal quelconque, d'une couche de cire ou de suif sur ses faces latérales. Sous l'action d'un coup de mouton, on voit fondre la cire en regard de la plus grande dépression produite. Par là on peut estimer la chaleur développée et la comparer au travail fourni par la chute même du mouton. On voit que ces expériences éclairent d'un jour nouveau le rôle de la chaleur dans les actions mécaniques, et l'on reconnaîtra avec moi que celui qui en est l'auteur a fait faire un pas important à la science de la Thermodynamique.

Mais, dans ces exemples, la chaleur n'est, en quelque sorte, qu'une conséquence tout à fait secondaire et souvent même nuisible de l'emploi du travail.

Rôle du travail mécanique dans les machines frigorifiques. — Comment intervient le travail mécanique dans les machines frigorifiques ?

Quelle est la valeur correspondant à l'unité de froid engendrée ?

Quelles sont les conditions théoriques auxquelles doivent satisfaire les meilleurs appareils frigorifiques ?

Enfin, parmi les différents systèmes qui ont figuré à l'Exposition, quels sont ceux qui semblent posséder le meilleur rendement ?

Telles sont les questions que je vais maintenant aborder.

La nécessité de produire artificiellement du froid n'a pas besoin d'être démontrée. Dans les pays chauds, dans nos climats tempérés, pendant l'été, les difficultés du transport de la glace, l'insuffisance des provisions faites pendant l'hiver obligent à recourir à des moyens artificiels de produire le froid. C'est moins pour les usages domestiques que pour certaines industries que les machines frigorifiques sont devenues indispensables. Je citerai les brasseries, les stéarineries, la fabrication de certains produits chimiques, notamment de la nitroglycérine, base de la dynamite.

Il y a trois méthodes principales de produire artificiellement le froid : la fusion de certains sels chimiques, l'évaporation des liquides volatils, tels que l'éther, l'ammoniaque et l'acide sulfureux, et la détente des gaz, de l'air en particulier.

Ces méthodes sont fondées sur cette propriété qu'ont les corps d'absorber de la chaleur lorsqu'ils passent de l'état solide à l'état liquide ou de l'état liquide à l'état gazeux. La chaleur qui accompagne le changement d'état n'augmente pas la température du corps; elle s'y emprisonne en quelque sorte : c'est pour cela qu'on l'appelle *chaleur latente de fusion, chaleur latente de vaporisation* Dans le cas des gaz, c'est leur passage d'un état plus dense à un état moins dense qui entraîne l'absorption d'une certaine quantité de calorique.

Au premier abord, on peut s'étonner de voir prendre les

machines frigorifiques comme exemples d'une application du principe de la transformation du travail mécanique en chaleur. On pourrait croire à l'énoncé d'un paradoxe; mais il suffit de réfléchir un instant à ce qu'est et doit être le fonctionnement d'une machine frigorifique pour reconnaître qu'une telle machine n'a d'autre but que de provoquer un déplacement de chaleur. De là à l'intervention d'un mouvement et, par suite, à une force à dépenser, il n'y a qu'un pas.

Le liquide volatil ou le gaz est le corps intermédiaire que l'on met en mesure de se vaporiser ou de se détendre au contact des corps à refroidir. Or, dès que ce corps est à l'état de vapeur ou de gaz détendu, il faut le ramener à son état primitif, le reconstituer tel qu'il était, pour le rendre apte à se transformer de nouveau. Mais cette reconstitution, qui est nécessaire pour permettre d'utiliser constamment la même masse de l'agent intermédiaire et pour obtenir une production continue ne peut se faire sans l'aide d'un certain effort extérieur, effort destiné soit à refouler la vapeur, pour aider à sa liquéfaction, soit à comprimer le gaz. C'est à ce moment qu'il y a anéantissement de travail et par suite dégagement de chaleur.

On se débarrasse de cette chaleur au moyen d'une eau dite de refroidissement que l'on fait circuler autour d'un corps intermédiaire et qui l'emporte au dehors. En réalité, une machine frigorifique a donc pour effet de faire passer la chaleur d'un corps froid sur un corps plus chaud.

Or, d'après le postulatum posé et vérifié par Clausius, la chaleur ne peut se transporter d'elle-même d'une source de température inférieure à une source de température supérieure. Il faut pour cela dépenser une certaine quantité de travail mécanique, et cette quantité est proportionnelle à la différence des températures extrêmes toutes les fois que les changements d'état du corps intermédiaire s'effectuent suivant un cycle réversible. C'est là une des manières d'exprimer la deuxième loi fondamentale de la Thermodynamique.

Pour bien comprendre cette intervention du travail mécanique, il importe de suivre dans chaque espèce de machine frigorifique les évolutions du corps intermédiaire. Je le ferai le plus brièvement possible, en commençant par la machine à air, qui présente le rôle du travail sous une forme plus saisissable.

Production du froid par la détente de l'air. — C'est un Américain, J. Gorrie, qui paraît avoir combiné la première machine fondée sur la détente de l'air. Cette machine est décrite au long dans une patente prise en Angleterre, en 1850, au nom de M. Newton, le représentant de l'inventeur.

Bien que la construction de cette machine paraisse avoir été

étudiée avec soin, elle n'a pas joui d'autant de réputation que celle qui a été inventée dix ans après par l'Irlandais Kirk et mise en usage dans quelques raffineries en Angleterre. Ensuite arrive le système imaginé en 1869 par M. Windhausen, de Brunswick, qui a eu quelques succès en Allemagne. En France, le même problème a été, depuis 1872, l'objet de plusieurs tentatives, dont la dernière est représentée par la machine de M. Paul Giffard, qui a figuré à l'Exposition.

Les machines de ces divers systèmes ne diffèrent que sous le rapport de la construction et de dispositifs souvent très ingénieux. Il faudrait un volume pour en donner la nomenclature.

Je m'arrêterai seulement sur le principe de ces machines, qui est le même pour toutes. Le voici :

Une masse d'air est d'abord comprimée dans un corps de pompe à une certaine tension, puis rafraîchie et ramenée à sa température initiale par une certaine quantité d'eau qui a absorbé la chaleur dégagée pendant la compression; ensuite cette masse d'air est envoyée dans une capacité close, contre un piston où elle se détend brusquement en exerçant un travail mécanique qui est utilisé pour restituer une partie du travail consommé par compression. L'abaissement de température qui se produit pendant la détente est la source de froid que l'on emploie pour refroidir des corps ou de faire de la glace.

Réduite à sa plus simple expression, la machine frigorifique à air se composerait d'un cylindre unique muni d'un piston, des deux côtés duquel s'exerceraient deux actions contraires : d'une part, la compression de l'air, et de l'autre, la détente de ce fluide comprimé contre-balançant l'effet de la compression. C'est cette disposition bien simple qui avait été adoptée d'abord par M. Windhausen; mais ce dernier est revenu plus tard à la disposition qui avait été originairement indiquée par Gorrie, et que l'on retrouve dans la machine Giffard.

Cette disposition plus rationnelle comporte deux capacités distinctes pour la compression et la détente, c'est-à-dire un cylindre compresseur et un cylindre détenteur dont les pistons sont mis en connexion, de façon que le travail de détente soit restitué au cylindre de compression et vienne ainsi en déduction du travail moteur exigé par la machine.

On comprend que ces deux capacités ne sont pas égales : le cylindre de compression est plus grand que le cylindre de détente dans le rapport des températures que possède l'air en entrant dans l'un et en sortant de l'autre.

Les deux travaux mécaniques correspondant à ces capacités ont pour résultante le travail moteur exigé par la machine. Ce travail est dépensé pour produire du froid, ce qui paraît une

anomalie avec le principe qui veut que, au contraire, cette dépense conduise à une génération de chaleur.

Or, cette équivoque est bien vite dissipée si l'on réfléchit que, dans cette machine, il y a concomitance de production de chaleur par la compression et de production de froid par la détente. La première est plus grande que la seconde. En fait, l'eau de refroidissement, en s'échauffant, emporte plus de calories que l'air n'est ensuite capable d'en enlever aux corps à refroidir. La différence est une chaleur réellement gagnée, et, si on la mesure, on trouve qu'elle équivaut exactement au travail théorique qui serait absorbé par la machine dans le rapport de 1^{cal} pour 425^{kgm}.

Ainsi se trouve vérifié d'une manière indiscutable, dans le jeu des machines frigorifiques d'air, le principe de la transformation du travail mécanique en chaleur.

Je présenterai maintenant quelques observations sur le rendement des machines frigorifiques à air en général.

Dans un essai que j'ai fait sur la théorie de la production mécanique du froid, j'ai recherché et posé les conditions qu'on devait remplir pour obtenir le meilleur rendement, c'est-à-dire la plus grande somme de froid avec la moindre dépense de force motrice. Ces conditions sont exprimées dans deux formules que je traduirai en langage ordinaire.

L'abaissement de température produit par l'air dans son passage dans la machine est proportionnel à la température absolue ambiante et augmente avec le degré de compression ou celui de la détente.

La température initiale de l'air étant de $+20°$, elle descend à $-28°$, $-52°$, $-86°$, $-107°$ au-dessous de zéro pour des pressions de 1^{atm}, $1^{atm},5$, 2^{atm}, 3^{atm} et 4^{atm}.

D'après ce résultat, on serait conduit à pousser très loin la compression préalable de l'air si l'on veut avoir un grand abaissement de température, c'est-à-dire produire un froid intense. Mais, si l'on prend le rapport de ce travail résultant au nombre de calories négatives produites, on trouve qu'il est représenté par une fonction du degré de compression, laquelle augmente avec ce degré.

Or ce rapport, c'est le coût de la calorie négative en force motrice, c'est-à-dire le prix de revient du froid produit. Le calcul montre que cette force croît comme les nombres 33, 64, 102, 131, ... pour des pressions de 1^{atm}, $1^{atm},5$, 2^{atm}, 3^{atm}, 4^{atm}. Il résulte de là que, contrairement à ce que fait supposer la première formule, on a tout intérêt à construire des machines à basse pression, produisant une température très rapprochée de celle des corps à refroidir, voisine de $0°$, s'il s'agit de faire de la glace. C'est parce que cette indication n'a pas été observée, parce que l'on a cherché à atteindre un abaissement

de température sans utilité pour les applications industrielles, que les machines frigorifiques à air exécutées jusqu'à ce jour ont exigé des forces excessives, occasionnant une dépense énorme de combustible. Cette dépense, d'après les déclarations mêmes de Kirk et de Windhausen, n'a jamais été inférieure à 1^{kg} de houille par kilogramme de glace, tandis que, ainsi que nous allons le montrer plus loin, l'autre méthode de production du froid par les liquides volatils peut donner facilement 4^{kg}, 8^{kg} et jusqu'à 10^{kg} de glace par kilogramme de houille.

Ajoutons aussi qu'il faut donner à la machine à air des dimensions colossales, en raison de la petite densité de l'air et de sa faible chaleur spécifique. En prenant le volume comme point de comparaison, on constate qu'il faut environ 4000^{mc} d'air pour produire la même quantité de froid qu'avec 1^{mc} d'acide sulfureux.

C'est cette infériorité de rendement qui a toujours fait échouer le procédé de la génération mécanique du froid, malgré les avantatages de toutes sortes que présente l'emploi de l'air, corps inoffensif et gratuit, sur l'emploi des autres corps intermédiaires, inflammables comme l'éther ou irrespirables comme l'ammoniaque ou l'acide sulfureux.

Machines frigorifiques à liquides volatils. — Je suis maintenant conduit à passer rapidement en revue et à comparer, toujours au même point du vue de travail, les machines frigorifiques à liquides volatils.

L'Exposition a eu l'avantage, pour la première fois, de rassembler les types les plus divers de ces machines. En effet, on y a remarqué dans la Section anglaise deux machines à éther, l'une aux noms de Siebe et Gormand, et l'autre au nom de l'Atlas Engine Company; dans la Section suisse, une machine à ammoniaque pure, du Dr Linde, exécutée par MM. Sulzer frères, de Winterthur. On trouve dans la Section française la machine à solution ammoniacale du système primitif de M. Carré, construite par MM. Mignon et Rouart; la machine nouvelle de M. Carré, son appareil à acide sulfurique, et la machine à acide sulfureux anhydre de M. Raoul Pictet. Enfin, on a pu visiter la machine à éther méthylique de M. Tellier, à bord de son bateau *le Frigorifique*, qui était en station près de la berge de la Seine, du côté du Trocadéro.

Toutes ces machines exigent pour fonctionner une certaine force motrice.

Nous allons établir tout à l'heure quelle est la relation de cette force motrice avec la quantité de froid engendré.

Si l'on conçoit de l'éther ou autre liquide même moins volatil, placé dans un vase à grande surface et exposé à l'air libre, on verra le liquide s'évaporer et produire du froid qu'on

pourra utiliser. Or cette évaporation naturelle n'amène qu'une lente absorption de chaleur, et cette faible source frigorifique finit par s'épuiser dès que l'éther a disparu en vapeurs. Le but de la machine est à la fois d'activer cette évaporation, de recueillir les vapeurs, de les condenser et de renouveler aussi rapidement que possible cette série d'évolutions dont le résultat est le déplacement de chaleur qui engendre le froid.

Tel est le principe du fonctionnement de la machine à éther imaginée par Jacques Perkins en 1832, modifiée par Harrisson en 1856, et amenée en 1862, par le Dr Siebe, au degré de perfectionnement où nous la voyons aujourd'hui. La machine consiste essentiellement en une pompe mise en communication, d'une part, avec un réfrigérant d'où elle aspire l'éther, et, d'autre part, avec un condenseur où elle le refoule pour le ramener à l'état liquide. Les vases contenant les corps à refroidir, l'eau à congeler, sont plongés à l'intérieur du réfrigérant, dans un bain formé d'une solution saline dite *liquide incongelable*, qui a pour but d'emmagasiner le froid produit et qui joue, en quelque sorte, à l'égard de la chaleur négative, le même rôle que le volant d'un moteur vis-à-vis de la force motrice.

C'est du type de la machine à éther que dérivent toutes les machines à liquides volatils, celle à éther méthylique de M. Tellier, comme celle plus récente de M. Pictet à acide sulfureux, celle de M. Linde à ammoniaque pure et celle de M. Vincent à chlorure de méthyle.

Ainsi, dans ces machines, pour régénérer le liquide, c'est-à-dire pour condenser les vapeurs, on les comprime avec une pompe et on enlève par une circulation d'eau la chaleur développée par la compression. C'est ce travail de compression qui représente la force motrice exigée par la machine. Le retour à l'état liquide a donc lieu par les actions combinées de la pression et du refroidissement, méthode qui, indiquée par M. Faraday, a été appliquée avec tant de succès par MM. Cailletet et Pictet pour liquéfier l'oxygène, l'air, l'hydrogène, enfin tous les gaz considérés jusqu'ici comme permanents.

Je suis heureux de rappeler ces magnifiques travaux, qui marqueront dans l'année de l'Exposition, déjà si féconde en merveilleuses découvertes.

Pour ramener l'ammoniaque à l'état liquide, M. Carré a eu recours à une autre méthode de régénération. Cette méthode très ingénieuse est fondée sur l'affinité considérable que possède l'eau pour le gaz ammoniac, dont elle dissout environ cinq cents fois son volume à la température ordinaire. C'est cette affinité qu'il faut vaincre pour rendre libre l'ammoniaque et lui permettre ainsi d'absorber de la chaleur pendant son passage de l'état liquide ou dissous à l'état gazeux. On réalise

cette séparation au moyen de la chaleur, en portant la solution ammoniacale à une température de 130° à 150° dans une chaudière chauffée à feu nu ou par un faisceau tubulaire à vapeur. Or, cette chaleur communiquée à la chaudière dans la machine Carré n'est pas autre chose qu'une forme spéciale du travail mécanique. On peut donc dire que la cause de la génération du froid dans cette machine est au fond la même que dans les autres machines à liquides volatils.

Comparaison entre les différents modes de production artificielle du froid. — La Théorie mécanique de la chaleur nous offre une formule générale qui permet de comparer entre eux tous les modes de production mécanique du froid par les liquides volatils.

Si l'on examine attentivement le jeu d'une des machines frigorifiques que je viens de mentionner, on remarque que le liquide volatil suit précisément en sens inverse les mêmes évolutions que l'eau dans la machine à vapeur. J'entends ici la machine thermique théorique, celle dans laquelle les changements d'état de l'eau s'effectueraient dans le cylindre moteur en constituant un cycle réversible. On peut donc appliquer la même formule que donne à ce sujet M. Zeuner dans son Ouvrage, au Chapitre intitulé *Du travail disponible des machines à vapeur.*

On peut mettre cette formule sous la forme

$$L = 425 \times M \times r \frac{t' - t}{t + 273}.$$

L est le travail.
M exprime en kilogrammes la quantité de vapeur qui passe par seconde dans la machine.
r est la chaleur latente du liquide.
$\frac{1}{273}$ est le coefficient de dilatation, sensiblement le même pour tous les gaz et toutes les vapeurs.

Mais ce qu'il est surtout intéressant d'apprécier, c'est le coût en force motrice de l'unité de froid engendré, autrement dit le rendement de la machine. Ce rendement est donné par le rapport

$$F = 425 \times \frac{t' - t}{273 + t}.$$

On voit par cette formule, d'où se trouve éliminée l'expression de la chaleur latente, qu'en principe le choix du liquide volatil est indifférent, et que, pourvu que la différence des températures extrêmes soit la même ainsi que la température d'évaporisation t, les divers systèmes que j'ai passés en revue devraient donner théoriquement la même quantité de froid pour une même quantité de travail.

Mais, en pratique, les températures t et t' s'imposent, aussi

bien la température t, qui doit être forcément inférieure à 0°, que t', qui est la température à laquelle se fait la condensation des vapeurs. Celle-ci, en effet, est déterminée en ayant égard à la température ambiante et à celle de l'eau que l'on a à sa disposition pour le rafraîchissement dans le condenseur.

La conséquence à tirer de cette analyse est que les liquides volatils à choisir sont ceux dont les changements d'état dans la machine peuvent s'effectuer entre des limites de température présentant le moins d'écart possible, la limite inférieure étant le plus rapprochée que l'on pourra de 0°, point d'utilisation industrielle du froid.

Plusieurs corps semblent pouvoir satisfaire à ces conditions, puisque, en ayant recours à l'emploi de la compression, on peut faire varier les tensions de leurs vapeurs saturées de manière à obtenir des points d'ébullition et de liquéfaction correspondant aux températures assignées.

Au nombre des corps qui se prêtent éminemment bien à ces modifications, je citerai l'acide sulfureux, qui, à 25°, se liquéfie à une pression de 3^{atm} environ, et la triméthylamine, récemment appliquée par M. Tellier. Cet alcali organique, qui a été découvert par M. Wurtz et que l'on tire en assez grande abondance des vinasses, bout à + 10°, sous la pression ordinaire, et peut s'évaporer à — 10° en présence de l'eau sous un vide de $0^m,20$.

Toutefois, pour se guider dans le choix de tel ou tel de ces corps, il importe d'envisager la question au point de vue pratique, de tenir compte de la valeur de la chaleur latente, de la densité des vapeurs, afin de réduire le plus possible les proportions des machines eu égard à la même production dans un temps donné.

Dans cette question intéressante de la production mécanique du froid, j'ai dû me borner à présenter des considérations générales et à poser des principes empruntés à la science de la Thermodynamique. Je m'estimerai heureux si j'ai pu réussir, par ces quelques exemples, à mettre en relief le rôle considérable que joue le principe fondamental de la Thermodynamique dans certaines applications industrielles et à faire ainsi entrevoir l'importance des services que cette branche nouvelle de la Science est appelée à rendre à l'art de l'ingénieur.

Descartes, l'un des créateurs de la Cosmologie et de la Géologie; par M. **Daubrée.** (Résumé.)

M. Daubrée, en présentant à l'Académie une Étude intitulée *Descartes, l'un des créateurs de la Cosmologie et de la Géologie*, en fait le résumé suivant :

L'influence extraordinaire que Descartes a exercée sur les

progrès de l'esprit humain a été bien souvent appréciée Chacun sait combien, en particulier, les Mathématiques et la Physique lui sont redevables. Cependant il ne paraît pas que l'on ait, jusqu'à présent, rendu un assez complet hommage à ce puissant génie, et qu'on ait reconnu en lui un des créateurs de la Cosmologie et de la Géologie.

Dans une synthèse des plus hardies, et dont l'esprit humain n'avait pas encore offert d'exemple, Descartes, continuant à transporter la Mathématique dans des régions entièrement nouvelles, osait, le premier, considérer tous les phénomènes célestes comme de simples déductions des lois de la Mécanique.

Affirmer l'idée mère de la belle théorie cosmogonique par laquelle Laplace a couronné le magnifique édifice dont Copernic, Kepler et Newton avaient élevé les assises; proclamer l'unité de composition de l'univers physique : telles sont, entre autres, les propositions fondamentales qu'avait suggérées à Descartes une intuition merveilleuse qui n'appartient qu'au génie.

« Je montre, dit-il, comment la plus grande partie de ce chaos devait, ensuite de ces lois, se disposer et s'arranger d'une certaine façon qui les rendait semblables à nos cieux, comment quelques-unes de ses parties devaient composer une terre et quelques-unes des comètes, et quelques autres un Soleil et des étoiles fixes. »

Pour comprendre combien était neuve et capitale l'introduction dans la philosophie naturelle de cette grande idée, qui faisait dériver tous les mouvements des corps célestes des principes de la Mécanique, il faut se rappeler qu'on parlait encore de *force animale*, d'*appétit naturel* (Copernic) ou d'*âme* (Kepler), qu'on supposait gouverner tous ces mouvements.

Ainsi que le dit Laplace, Descartes substitua aux qualités occultes des péripatéticiens les idées intelligibles de mouvement, d'impulsion et de force centrifuge.

Descartes dit ailleurs :

« Il n'est pas malaisé d'inférer de tout ceci que la Terre et les cieux sont faits d'une même matière (¹). »

D'une part, l'analyse spectrale est parvenue à surprendre dans le Soleil et jusque dans les étoiles les indices d'éléments matériels semblables à ceux qui abondent dans notre planète. D'autre part, une ressemblance bien plus intime encore qu'on n'aurait osé le croire trouve sa démonstration tangible dans ces nombreux débris errants qui, venant échouer sur notre planète, nous apportent des échantillons des astres dont ils

---

(¹) *Les principes de la Philosophie*, écrits en latin par René Descartes et traduits en français par un de ses amis, IIᵉ Partie, § 22, p. 72, édition de 1668. C'est en 1644 que cet Ouvrage parut d'abord en langue latine.

sont détachés. Non seulement les météorites n'ont fourni aux investigations les plus approfondies aucun corps simple qui nous soit étranger, mais aussi, parmi les combinaisons minérales qui constituent ces débris célestes, la plupart sont absolument les mêmes, dans leur forme cristalline comme dans leur nature chimique, que celles qui appartiennent à certaines masses terrestres. Lorsqu'elles en diffèrent, il est facile, par une opération chimique des plus simples, de les réduire à l'identité.

De tels rapports achèvent de nous prouver que les astres lointains dont ces fragments nous fournissent le témoignage ont passé par les mêmes évolutions que celles qu'a subies notre planète, et que nous entrevoyons déjà dans le Soleil et dans les étoiles. Ainsi l'histoire de notre Terre s'agrandit dans la profondeur de l'espace comme dans celle du temps, et elle devient un exemplaire abrégé de l'histoire de l'univers.

Aujourd'hui donc que resplendit plus clairement que jamais l'unité qui règne dans la constitution matérielle du monde, combien ne devons-nous pas rendre hommage au grand homme qui parmi nous, il y a plus de deux siècles, a ouvert un tel horizon !

Descartes reconnut aussi que la chaleur a rempli un rôle capital dans la formation du globe terrestre. Il considéra la Terre, ainsi que les autres corps opaques connus sous le nom de *planètes*, comme des astres refroidis à leur surface et enveloppés d'une croûte solide.

« Feignons, dit-il, que cette Terre où nous sommes a été autrefois un astre..., en sorte qu'elle ne différait en rien du Soleil, sinon qu'elle était plus petite, mais que les moins subtiles parties de sa matière, s'attachant peu à peu les unes aux autres, se sont assemblées sur sa superficie et y ont composé des nuages ou autres corps plus épais et obscurs, semblables aux taches qu'on voit continuellement être produites, et peu après dispersées, sur la superficie du Soleil [1]. »

Si l'on se reporte à l'époque de Descartes, lors même qu'on se place en présence d'idées que faisaient entrevoir les immortelles découvertes de Copernic, de Kepler et de Galilée, il faut reconnaître que c'était une innovation bien hardie que d'assimiler les astres obscurs, tels que la Terre, aux astres lumineux, tels que le Soleil.

Poursuivant avec méthode et rigueur la pensée qui l'avait guidé dans sa conception de l'univers, ainsi que dans celle de l'origine de notre planète, Descartes voulut aussi considérer, au point de vue de la Mécanique, l'histoire du globe terrestre,

---

[1] *Les principes de la Philosophie*, édit. française de 1668, IVe Partie, § 2, p. 286.

ainsi que l'arrangement et les déplacements de ses différentes parties. Il rattacha les dislocations que présente de toutes parts la *voûte terrestre* au refroidissement et à la contraction de la masse qui la supporte.

On ne peut exprimer plus clairement qu'il n'a fait que l'émersion des continents et la formation de leurs inégalités sont le résultat d'un déplacement relatif des voussoirs de la croûte terrestre ([1]).

Une telle vue s'était présentée à l'esprit de Descartes, quoique l'étude du sol n'eût pu encore lui fournir aucune base d'induction.

Cependant la belle conception du philosophe français sur l'origine des aspérités du globe, malgré l'appui que Sténon lui avait prêté, fut pendant longtemps méconnue, cédant la place à des hypothèses auxquelles on n'accorde plus aujourd'hui aucun fondement, et ce n'est qu'à la suite de vives et longues luttes que la Géologie a été ramenée à l'idée si féconde de Descartes.

C'est par le feu central, reste de la chaleur initiale, que Descartes explique l'arrivée des métaux dans les filons, sous forme d'*exhalaisons*. Son assertion que les filons ont été remplis par des *émanations partant de la profondeur*, complètement adoptée par Sténon, fut confirmée un siècle plus tard par Hutton. D'innombrables observations ont établi ultérieurement que les filons métallifères ont, en effet, des relations intimes avec les régions internes et avec les dislocations du sol. On arrive à reconnaître que, pour la plupart, il est vrai, ils ont dû être remplis par des substances pierreuses ou métalliques, tenues en dissolution dans les eaux thermales, dont ces dernières ont incrusté leurs canaux d'ascension. Ce mécanisme rentre complètement, comme on le voit, dans la formule de Descartes.

Comme si ce n'était pas assez de tant d'autres titres qui le recommandent aux siècles futurs, et malgré des erreurs qui sont de son temps et de l'humanité, Descartes nous apparaît donc, en résumé, comme un initiateur de ces sciences que nous nommons aujourd'hui *Cosmologie* et *Géologie*.

Dans nos jours d'activité fiévreuse, où chacun poursuit ses recherches sans s'inquiéter toujours de ceux qui lui ont préparé les voies, il m'a paru équitable et opportun d'exercer une sorte de revendication publique, en signalant à la reconnaissance de tous ces idées sublimes de l'homme qui, à l'éternel honneur de la France, sut pénétrer d'un même regard le monde de la matière et celui de l'esprit.

([1]) Édition française de 1668, IVe Partie, § 42, p. 322 et 323. Une figure représente très nettement la pensée de Descartes.

M. **Pomard**, Vice-Président de la Commission météorologique de Vaucluse, nous écrit que le Rapport dont il a rendu compte à la réunion des Sociétés savantes le 1er avril dernier, et dont un extrait a été inséré dans le *Bulletin hebdomadaire* n° 12, n'a pas été rédigé par lui, mais est dû à M. **Bouvier**, Président de la Commission susnommée.

Conformément au désir exprimé par M. Pomard, nous nous empressons de faire cette rectification.

M. **Lissajous**, physicien éminent, dont les travaux remarquables sur l'Acoustique ont surtout attiré l'attention du monde savant, vient d'être enlevé dans la force de l'âge à sa famille, à la science.

M. Lissajous avait été élu, il y a un an environ, Correspondant de l'Académie des Sciences. Il était recteur honoraire de l'Académie de Besançon et Membre du Conseil de l'Association depuis la fondation de cette société.

L'Association scientifique a reçu de la Librairie de M. Gauthier-Villars les Ouvrages suivants, relatifs à la Photographie : *La Photographie, ses origines et ses applications;* Conférence faite en mars 1879, à la Sorbonne, par M. A. Davanne. — *Premières Leçons de Photographie,* par M. L. Perrot de Chaumeux. — *La Photographie et ses applications scientifiques;* par M. R. Radau. — *Les insuccès en Photographie; causes et remèdes;* par M. V. Cordier. — *La Photographie des peintres, des voyageurs et des touristes;* par M. A. Pélegry. — *Méthode pratique pour déterminer le temps de pose;* par M. R. Clément. — *Procédés photographiques et méthodes diverses d'impression aux encres grasses;* par M. J.-J. Rodrigues. — *Traité pratique de Photographie, ou impression à l'encre grasse sur couche de gélatine;* par M. Léon Vidal. — *Le procédé au gélatinobromure;* par M. H. Odagir. — *Photographie par émulsion sensible; bromure d'argent et gélatine;* par M. A. Chardon.

Les Membres de l'Association qui ont suivi la série des Conférences faites l'hiver dernier à la Sorbonne par M. A. Davanne trouveront dans ces différents Volumes le développement de ces Conférences et pourront les consulter au Secrétariat de la Société.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

18 JUILLET 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 16.

CONFÉRENCE DE L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE

A LA SORBONNE.

[illegible]ES PIERRES TOMBÉES DU CIEL; par M. **Stanislas Meunier**.
Compte rendu par M. H. Grignet.

[illegible]l y a soixante-dix-sept ans, le 26 avril 1803, les paisibles [illegible]npagnes du département de l'Orne furent brusquement [illegible]ublées par un phénomène prodigieux. Au milieu d'un ciel [illegible] entre 1h et 2h de l'après-midi, un nuage noir subitement [illegible]été le th[illegible]losions et l'origine de roule-m[illegible] analog[illegible] tonn[illegible]e, mais d'une intensité telle, qu'il[illegible]nt être [illegible] pl[illegible]eurs kilomètres à la ronde. Jamais o[illegible]ait vu d'ora[illegible]le, ainsi dépourvu de pluie, aussi subit[illegible] même temps [illegible]ne si courte durée. Mais ce qui acheva de[illegible]er au mété[illegible] un caractère véritablement étrange, du moi[illegible]que, ce fut l'averse de grosses pierres que le nuage lança sur le sol.

Quelques-unes de ces pierres, apportées à Paris, avec le récit de leur chute, y causèrent une vive émotion. Bien des fois pourtant l'histoire avait fait mention de faits de ce genre, trop de fois même pour que les esprits ouverts aux idées nouvelles ne reconnussent qu'il devait *y avoir quelque chose là-dessous.* Cette conclusion paraissait d'autant plus rationnelle que des observateurs étrangers affirmaient avoir assisté à des explosions et à des pluies semblables. Les savants français éprouvaient, par suite, le désir de soumettre une bonne fois la question à une sévère enquête, et Biot se chargea, non sans empressement, de la mission qu'à ce sujet lui confia l'Académie des Sciences, dont il était membre : il s'agissait d'aller sur les lieux témoins du phénomène et d'interroger tous ceux qui, de près ou de loin, en pouvaient parler *de visu.* C'était une tâche d'autant plus délicate, qu'il y avait, dans la matière, un précédent de nature nuire à l'indé-

M. **Pomard**, Vice-Président de la Commission météorologique de Vaucluse, nous écrit que le Rapport dont il a rendu compte à la réunion des Sociétés savantes le 1er avril dernier, et dont un extrait a été inséré dans le *Bulletin hebdomadaire* n° 12, n'a pas été rédigé par lui, mais est dû à M. **Bouvier**, Président de la Commission susnommée.

Conformément au désir exprimé par M. Pomard, nous nous empressons de faire cette rectification.

M. **Lissajous**, physicien éminent, dont les travaux remarquables sur l'Acoustique ont surtout attiré l'attention du monde savant, vient d'être enlevé dans la force de l'âge à sa famille, à la science.

M. Lissajous avait été élu, il y a un an environ, Correspondant de l'Académie des Sciences. Il était recteur honoraire de l'Académie de Besançon et Membre du Conseil de l'Association depuis la fondation de cette société.

L'Association scientifique a reçu de la Librairie de M. Gauthier-Villars les Ouvrages suivants, relatifs à la Photographie : *La Photographie, ses origines et ses applications;* Conférence faite en mars 1879, à la Sorbonne, par M. A. Davanne. — *Premières Leçons de Photographie*, par M. L. Perrot de Chaumeux. — *La Photographie et ses applications scientifiques;* par M. R. Radau. — *Les insuccès en Photographie; causes et remèdes;* par M. V. Cordier. — *La Photographie des peintres, des voyageurs et des touristes;* par M. A. Pélegry. — *Méthode pratique pour déterminer le temps de pose;* par M. R. Clément. — *Procédés photographiques et méthodes diverses d'impression aux encres grasses;* par M. J.-J. Rodrigues. — *Traité pratique de Photographie, ou impression à l'encre grasse sur couche de gélatine;* par M. Léon Vidal. — *Le procédé au gélatinobromure;* par M. H. Odagir. — *Photographie par émulsion sensible; bromure d'argent et gélatine;* par M. A. Chardon.

Les Membres de l'Association qui ont suivi la série des Conférences faites l'hiver dernier à la Sorbonne par M. A. Davanne trouveront dans ces différents Volumes le développement de ces Conférences et pourront les consulter au Secrétariat de la Société.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

18 JUILLET 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 16.

CONFÉRENCE DE L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE A LA SORBONNE.

LES PIERRES TOMBÉES DU CIEL; par M. **Stanislas Meunier**. Compte rendu par M. H. Grignet.

Il y a soixante-dix-sept ans, le 26 avril 1803, les paisibles campagnes du département de l'Orne furent brusquement troublées par un phénomène prodigieux. Au milieu d'un ciel serein, entre 1^h et 2^h de l'après-midi, un nuage noir subitement apparu avait été le théâtre d'explosions et l'origine de roulements analogues à ceux du tonnerre, mais d'une intensité telle, qu'ils purent être entendus à plusieurs kilomètres à la ronde. Jamais on n'avait vu d'orage semblable, ainsi dépourvu de pluie, aussi subit et en même temps d'une si courte durée. Mais ce qui acheva de donner au météore un caractère véritablement étrange, du moins pour l'époque, ce fut l'averse de grosses pierres que le nuage lança sur le sol.

Quelques-unes de ces pierres, apportées à Paris, avec le récit de leur chute, y causèrent une vive émotion. Bien des fois pourtant l'histoire avait fait mention de faits de ce genre, trop de fois même pour que les esprits ouverts aux idées nouvelles ne reconnussent qu'il devait *y avoir quelque chose là-dessous*. Cette conclusion paraissait d'autant plus rationnelle que des observateurs étrangers affirmaient avoir assisté à des explosions et à des pluies semblables. Les savants français éprouvaient, par suite, le désir de soumettre une bonne fois la question à une sévère enquête, et Biot se chargea, non sans empressement, de la mission qu'à ce sujet lui confia l'Académie des Sciences, dont il était membre : il s'agissait d'aller sur les lieux témoins du phénomène et d'interroger tous ceux qui, de près ou de loin, en pouvaient parler *de visu*. C'était une tâche d'autant plus délicate, qu'il y avait, dans la matière, un précédent de nature nuire à l'indé-

pendance complète des jugements. Ce précédent avait été établi (qui n'est susceptible d'erreur?) par un des plus puissants esprits dont s'honore l'humanité. En étudiant, en effet, les dépositions relatives à un phénomène survenu en 1768 à Lucé (Sarthe), Lavoisier avait cru devoir les considérer comme de simples illusions, faciles à comprendre chez des paysans illettrés et crédules. Le verdict prononcé par le grand chimiste fut accepté par tous comme un article de foi. Un exemple prouve tout le crédit dont jouissait, au point de vue scientifique, l'ancien fermier général. En juillet 1790, Saint-Amans, professeur à l'École centrale d'Agen, reçut avis qu'à Barbotan (Landes) des pierres étaient tombées du ciel en grand nombre. On parlait de l'apparition en même temps, vers 10^h du soir, d'une lumière des plus brillantes avec accompagnement de détonations épouvantables. Quant aux pierres tombées sur le sable fin de la lande, ajoutait-on, elles n'y seraient certes pas restées deux jours sans attirer l'attention si quelqu'un les avait apportées avant le phénomène. Il était impossible d'être plus précis et plus complet.

Malgré ce luxe de détails, l'opinion, grâce au Rapport de Lavoisier, était si bien faite, que Saint-Amans n'y vit que l'occasion de se livrer à des gorges chaudes avec son ami Bertholon, et c'est lui-même qui, avec une loyauté dont on doit lui tenir compte, s'en accusa plus tard. Pour augmenter le divertissement qu'il tirait de ce conte fait à plaisir, suivant lui, ne trouve-t-il pas plaisant *de faire constater une pareille absurdité par un acte authentique*, et de demander, sur les lieux, un procès-verbal de la chute des pierres et la liste de ceux qui en avaient été les témoins.

Le procès-verbal arriva. Contre l'attente du savant, on y avait annexé une Note d'où il résultait que trois cents personnes pouvaient rendre témoignage de l'authenticité du fait.

Bertholon fit insérer le tout dans son *Journal des Sciences utiles*, publié à Montpellier. Il fit d'ailleurs suivre cette relation des commentaires les plus méprisants.

Mais voici qui paraîtra plus fort. En 1802, Pictet, passant à Paris, présenta à l'Académie des Sciences un Mémoire dans lequel il concluait à la réalité du phénomène. Son auditoire était si mal disposé, que, suivant l'expression d'un historien, il lui fallut *un vrai courage pour achever sa lecture*. Or il est à remarquer que Pictet arrivait d'Angleterre, où, grâce à la discussion des témoignages rapportés de Bénarès en 1798, grâce surtout aux analyses des météorites exécutées par Howard, l'opinion était désormais fixée.

En France, par contre, on voit combien, en 1803, quand Biot se mit en route, le préjugé qu'il s'agissait de déraciner était encore solide. C'est qu'il s'appuyait sur l'autorité de La-

voisier, et l'autorité, d'où qu'elle provienne, ne peut en Science arguer contre l'expérience ou la raison. Sans s'associer aux jugements sévères que s'est attiré, par son erreur, le fondateur de la Chimie moderne, on doit reconnaître que, s'il avait vu juste dans la question des météorites, sa gloire, déjà si grande, brillerait encore d'un plus vif éclat. A l'égard de l'étendue des reproches que, sur ce point seul, on peut adresser à sa mémoire, il est juste de dire qu'à notre époque la critique est plus aisée que ne l'était alors l'interprétation de narrations relatives à des phénomènes sans analogues dans l'histoire physique du globe.

Sur cette question, en effet, nombre d'auteurs avaient été très affirmatifs, et il eût suffi de s'en rapporter à eux pour donner aux conjectures un point de départ tout différent. C'est ainsi que Lycosthène a cité des dates, fourni des descriptions circonstanciées et laissé des croquis d'une chute de pierres dans le lac de Mars (Latium), survenue en 176 avant J.-C., et que Tite-Live a rapportée. Dans un autre passage, c'est d'une pluie de pierres survenue sous le règne de l'empereur Valens, dans l'année 366 de notre ère, que nous entretient Lycosthène. Malheureusement cet auteur sape la confiance qu'on est prêt à lui accorder en dessinant avec la même assurance diverses apparitions de guerriers combattant dans les nuages. Rien n'est plus commun, du reste, que les allusions à des chutes de pierres chez les auteurs anciens; mais, ces phénomènes ayant toujours été considérés comme purement merveilleux par les narrateurs, il n'est guère possible de démêler les faits positifs sous les fictions dont on les a enveloppés. Que l'on nous représente Jupiter accablant les Titans, ou Apollon apportant aux combattants qu'il veut favoriser le secours de ses flèches, ou enfin Jéhovah écrasant à l'aide de pierres les adversaires de Josué, l'origine probable du fait commenté, embelli, élargi, est une chute de météorites. Il est tout simple que des objets d'une origine en apparence étrange aient donné lieu à des superstitions qui devaient, dans l'esprit des savants, jeter sur ces objets mêmes un certain discrédit. On avait cherché à établir entre la foudre, dont l'origine immatérielle était bien démontrée au temps de Lavoisier, et les météorites une certaine relation, et l'on n'était pas éloigné de les considérer comme une manifestation des puissances surnaturelles.

Les anciens n'avaient pas procédé autrement quand ils avaient fait passer ces envois extra-terrestres à l'état de divinité et leur avaient consacré un culte spécial, à preuve la pierre que les Phéniciens adoraient sous le nom d'*Élagabale*, que les Phrygiens appelaient *Cybèle* ou *la mère des dieux*, qu'on vénérait en Libye sous le nom de *Jupiter Ammon* et qui,

transportée à Rome en 104 avant J.-C., y eut des prêtres et des fidèles. Une pierre tombée également près du temple de Delphes y passait pour une déjection de Saturne. Une autre, tombée à Potidée, en Macédoine, avait paru d'un si favorable augure, qu'elle avait donné naissance à une puissante colonie.

Il n'est même pas besoin de remonter dans le passé pour signaler des croyances de ce genre. Entre mille exemples qu'il pourrait choisir, M. S. Meunier rapporte, d'après M. Hartmann, que chez les Nègres Ashantis les prêtres présentent au peuple des météorites comme le principal symbole de la divinité. On trouve des traces de superstitions semblables chez des populations qui n'ont rien de commun avec les nègres. C'est ainsi que le conférencier nous a fait voir la photographie agrandie d'un morceau de fer tombé du ciel et qui figure actuellement au Muséum. La date de sa chute est inconnue, et c'est durant l'expédition du Mexique que nos soldats le trouvèrent enchâssé dans le mur de la petite église de Charcas. Là, à l'instar des masses ouranolithiques dont il vient d'être question, ce fragment de fer était l'objet de dévotions assidues et rapportait de beaux revenus à la fabrique. Les dames mexicaines se distinguaient surtout par leur empressement à en faire l'objet de leurs offrandes. Ne s'imaginaient-elles pas que cette pierre, dont la forme rappelle celle des bornes sacrées de l'Inde, possédait le pouvoir de les soustraire aux horreurs de la stérilité ?

Ce qu'on appelle *la plus grande pensée du règne* a donc eu du moins ce double résultat de faire disparaître un fétiche des églises mexicaines et d'enrichir du même coup nos collections d'un précieux échantillon minéralogique.

Il n'est pas nécessaire, à la rigueur, de traverser l'Atlantique pour rencontrer des croyances aussi absurdes que celle qui vient d'être signalée. En France, l'année dernière, des paysans, qualifiant de *champ maudit* une pièce de terre ou était tombée une météorite, s'en sont écartés avec effroi pendant plusieurs jours. Il ne nous vient pas du ciel un seul de ces échantillons, que les amis des sciences ne soient obligés d'user de ruse pour en opérer le sauvetage.

Tantôt nos paysans sont persuadés que les pierres portent malheur, et alors ils veulent les détruire; tantôt ils pensent au contraire que leur possession est un gage de prospérité, et dans ce cas, pour se les partager, ils les brisent en petits éclats. Ce qu'il faut leur faire savoir, c'est que ces pierres portent bonheur, mais en ce sens qu'on les paye fort cher au Jardin des Plantes, et qu'on les paye d'autant plus qu'elles ont subi moins de détériorations.

En résumé, et pour en revenir à l'événement de Laigle, la tâche de Biot se trouvait à deux points de vue excessivement

délicate, l'événement signalé ayant contre lui, quant à son authenticité et ses causes, d'abord l'autorité d'un verdict solennel prononcé par un prince de la Science, puis le discrédit que des superstitions sans nombre avaient jeté sur les témoignages qui, dans le passé, combattaient ce verdict.

Il n'est donc pas hors de propos de rendre hommage à la méthode essentiellement scientifique qu'a suivie Biot dans son enquête. Lorsqu'on lit son admirable relation, on est frappé et de sa prudence et de sa précision. Sa plus grande crainte est de se former trop tôt une opinion qui l'empêche de discerner la vérité. Il va pas à pas, tourne autour du but, recueille partout des témoignages et les note scrupuleusement, interrogeant là un conducteur de diligence, ici un ingénieur des Ponts et Chaussées, puis un chaudronnier de dix ans, un curé, des paysans. Guidé par leurs récits divers, quoique concordants, il traverse la zone où l'on a seulement été terrifié par un bruit insolite et arrive enfin au point même où le sol a été littéralement mitraillé par des milliers de pierres.

La relation de Biot est le meilleur modèle à suivre par tous ceux qui à l'avenir seront chargés d'un travail de ce genre.

Le fait est donc désormais acquis : il tombe réellement des pierres du ciel, et, ce qui rend étrange l'ignorance où l'on était resté sur ce point jusqu'à notre siècle, le phénomène est loin d'être rare. Malgré sa fréquence, il se présente avec des circonstances remarquablement uniformes. On peut même décrire à l'avance une chute de météorites, d'une manière abstraite. Sauf l'endroit où elle doit avoir lieu, qu'on ne peut deviner, et quelques particularités de détail, toutes les prévisions se vérifieront.

On voit ces astres en miniature s'avancer à travers l'espace, sous la forme d'une boule de feu, suivant une trajectoire plus ou moins inclinée. Leur éclat est intense. Il rappelle la vive lumière que produit le fer brûlant dans de l'oxygène pur, et ce n'est pas là un simple rapprochement dû à une première apparence. La similitude entre les deux actions est plus intime qu'on ne serait porté à le croire. C'est ainsi que M. S. Meunier a donné de l'intérêt à une expérience tout élémentaire de laboratoire, en faisant remarquer que des globules d'oxyde, rejetés sur les parois du bocal où l'on fait brûler du fer dans l'oxygène, affectent, toutes proportions gardées, la forme même des éclats de bolides. Il se produit certainement de ces globules caractéristiques quand ces projectiles extra-terrestres traversent l'atmosphère. Ces globules offrent même le précieux avantage d'être inattaquables dans l'eau, où s'altèrent très vite la plupart des météorites tombées sur le sol.

Ils persistent donc indéfiniment. Le savant aide-naturaliste du Muséum et M. Tissandier en ont découvert dans un grand

nombre de terrains, et notamment dans les couches dévoniennes, c'est-à-dire dans des roches datant de l'aurore même des formations stratifiées.

L'explosion simple ou multiple que subissent les bolides paraît due aux tensions inégales auxquelles sont soumis, dans les différents points de leur masse, ces corps, qui présentent, en se brisant, des formes essentiellement irrégulières. M. Daubrée a cherché et est parvenu à imiter ces irrégularités d'aspect en faisant éclater des blocs de fer avec de la dynamite.

A l'apui de ses précédentes observations, M. S. Meunier a présenté à ses auditeurs le moulage peint d'une météorite que son poids (104^{kg}) l'avait contraint de laisser au Muséum.

C'est don Lisara Fonseca qui la rencontra, en 1866, sur l'un des sommets des Andes chiliennes, à 3000^{m} d'altitude. Don Lisara explorait la montagne en quête de quelque gîte métallifère. Rien n'avait pu l'arrêter : ni les chaleurs de l'été, si redoutables dans ces régions ; ni la sécheresse qui était telle, dans ces lieux élevés, que les ongles se brisaient comme du verre et que l'épiderme se fendillait. La caravane, composée au départ de vingt-cinq mules et de plusieurs mineurs, avait été décimée par la soif, par la fatigue, par la maladie, et il ne restait plus que quatorze bêtes chancelant de besoin. Si l'on excepte le chef de l'expédition, tous les hommes semblaient à bout de force et de courage. A la vue de l'échantillon minéralogique, l'ardeur renaît, et l'on décide qu'on le descendra, coûte que coûte, dans la plaine, bien que 104^{kg} soient, en semblable occurrence, de quelque considération. A force d'héroïsme, on vient à bout de cette tâche, et le bloc arrive enfin à Nantoco. On s'imaginera peut-être, d'après ce récit, que don Lisara Fonseca est un minéralogiste déterminé, qu'il porte aux météorites un grand intérêt, et qu'à ce titre il a droit à la reconnaissance de tous ceux qui cultivent les sciences naturelles. Hélas ! il faut détruire, à regret, une opinion aussi flatteuse pour l'explorateur chilien. La vérité est que, si notre homme n'avait pas vécu dans une bienheureuse ignorance à l'égard des pierres tombées du ciel, ou si seulement il avait assisté à une conférence comme celle qu'il nous a été donné d'entendre, la belle masse dont M. S. Meunier nous a présenté le moulage gésirait encore dans la solitude desséchée. Don Lisara Fonseca ne l'en a tirée, en effectuant un prodige de transport, que parce que, à la suite d'un examen très sommaire, il avait pris cette masse de fer pour un bloc d'argent massif, présageant dans le voisinage l'existence de précieux filons métalliques. Quelle que soit au reste la cause qui ait amené ce fer au Muséum, on n'en doit pas moins se féliciter de l'y rencontrer, car c'est un des plus beaux exemples de la forme fragmentaire qu'affectent les météorites. (*A suivre.*)

RAPPORT DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS AU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE SUR LES MISSIONS DE MM. FLATTERS, CHOISY ET SOLEILLET.

Monsieur le Président,

Conformément aux conclusions d'un Rapport que mon prédécesseur vous a soumis le 12 juillet 1879, une Commission supérieure pour l'étude des questions relatives à la mise en communication, par voie ferrée, de l'Algérie et du Sénégal avec l'intérieur du Soudan a été instituée sous la présidence du Ministre des Travaux publics. Après examen par la Commission de cet intéressant problème sous ses différents aspects, quatre missions ont été organisées par les soins du Ministère des Travaux publics et effectivement mises en activité de novembre à janvier.

La première a été confiée à M. Paul Soleillet, qui s'était fait connaître précédemment par deux voyages, l'un d'El Goléa à Insalah, au sud du Sahara algérien, l'autre de Saint-Louis du Sénégal à Ségou-Sikoro, sur le Niger. M. Soleillet a cette fois repris, au départ de Saint-Louis, l'itinéraire suivi antérieurement par Panet, par Boul-el-Moghdad, par Vincent, vers l'Adrar, d'où il espérait gagner Tombouctou en se joignant à une des caravanes qui s'y rendent périodiquement. Parti de Saint-Louis (Sénégal) le 16 février 1880, M. Soleillet a été pillé le 20 mars par quelques coupeurs de route et obligé de rentrer à Saint-Louis. Cet incident n'a pas découragé M. Soleillet, qui se déclare prêt à reprendre dès le mois de juillet l'exécution de son programme.

Les trois autres missions, organisées sur d'autres bases, conformément aux propositions de la Commission supérieure, ont obtenu des résultats très importants.

La mission dirigée par M. Choisy, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, comprenait un ingénieur des Ponts et Chaussées, un ingénieur des Mines, un docteur en Médecine, chargé des recherches médicales et anthropologiques, un garde-mine et deux chefs de section du cadre auxiliaire des travaux de l'État. Cette mission devait étudier, au point de vue de l'établissement et de l'exploitation d'une voie ferrée, deux lignes parallèles dans le Sahara algérien : de Laghouat à El Goléa et de Biskra à Ouargla. Elle a parcouru, du 17 janvier au 17 février 1880, le trajet de Laghouat à El Goléa (430^{km}) ; du 24 février au 9 mars, celui d'El Goléa à Ouargla (350^{km}); du 17 mars au 17 avril, celui de Ouargla à Biskra (370^{km}); ensemble 1150^{km} environ.

Elle rapporte :

Pour tout le trajet de Ouargla à Biskra, un cheminement au théodolite complété par un levé de détail à la planche;

Pour un tiers du trajet de Laghouat à El Goléa, un ensemble d'opérations analogues;

Pour tout le surplus du parcours, où une insécurité relative obligeait à des opérations plus sommaires, un itinéraire complété sur tous les points douteux ou difficiles par des levés exacts.

Pénétrant enfin au delà d'El Goléa, elle a pu reconnaître la possibilité de franchir la chaîne des grandes dunes qui barrent le chemin du Touat, et qui ne présentent en cette partie qu'une largeur de 1500^m.

La mission a déterminé par des opérations chronométriques précises la longitude d'El Goléa et posé des repères assurés pour la topographie générale du Sahara algérien. Elle a dressé la Carte géologique de toute la région parcourue et complété les constatations géologiques par des analyses d'eaux et par des observations météorologiques.

Comme documents annexes, M. l'ingénieur en chef Choisy annonce une statistique générale des productions de l'Oued-Rhir, une étude des plantes du Sahara envisagées au double point de vue des classements scientifiques et des applications possibles à la fixation des remblais sableux, et un Mémoire anthropologique sur l'acclimatation des races humaines aux différents points de la région saharienne.

Une autre mission avait pour but de pénétrer dans le pays des Touaregs, en partant d'Ouargla et en cherchant à obtenir l'appui des tribus touaregs, et de reconnaître la possibilité d'un tracé franchissant le massif du Hoggar pour atteindre le Soudan.

Placée sous la direction de M. le lieutenant-colonel Flatters, cette mission comprenait quatre chefs de service : un capitaine du service de l'état-major, un ingénieur des Ponts et Chaussées, un ingénieur des Mines, et un docteur en Médecine, auxquels étaient adjoints trois officiers de l'armée et deux conducteurs des Ponts et Chaussées.

Cette mission a suivi de Touggourt à Ouargla un itinéraire par l'Oued-Igharghar, dans le but d'augmenter nos connaissances sur la topographie du pays. Arrivée à Ouargla le 26 février, elle a pu en partir le 5 mars avec une caravane bien organisée. Elle a traversé la région des dunes qui s'étend d'Ouargla à El Biodh, par Aïn-Taïba, et a découvert et suivi d'un bout à l'autre, en revenant sur ses pas, une route qui donne, dit M. Flatters, une voie unie, ferme, sans un grain de sable, d'Ouargla jusqu'à 150^{km} au sud d'El Biodh. En outre, d'après les renseignements recueillis, le chef de la mission croit pouvoir affirmer que cette voie se prolonge dans des conditions d'égale facilité jusqu'au faîte de séparation des bassins de l'Igharghar et du Niger. Le temps inévitablement employé à ouvrir des relations avec les tribus nomades, attendre

les réponses et assurer un progrès pacifique de la mission a été mis à profit avec une remarquable constance par le personnel de la mission : une série très complète d'observations astronomiques, des itinéraires soignés et très étendus, une série météorologique ininterrompue, une étude géologique et hydrologique des terrains traversés, assurent dès à présent l'exécution d'une bonne Carte topographique et géologique, et une connaissance sérieuse du climat et du régime des eaux. La mission a atteint le 26e degré de latitude. Arrivé là, M. le colonel Flatters a dû, pour attendre le résultat des négociations entamées conformément à ses instructions, ramener dans le Sahara algérien sa caravane, qui a revu Ouargla le 21 mai et passera l'été sur le territoire algérien. Le colonel Flatters, appelé à Paris par dépêche pour présenter à la Commission supérieure un Rapport détaillé sur les résultats déjà acquis, et qui paraissent considérables, se propose de reprendre dès le mois de septembre, avec la même organisation déjà éprouvée, son importante exploration.

Les missions de MM. Choisy et Flatters nous montrent dès à présent, à partir de Biskra, une route d'une grande facilité, presque sans dunes et suffisamment pourvue d'eau sur sa plus grande étendue, exempte de travaux d'art et de terrassements notables, à déclivités très adoucies sur 1000^{km} environ.

L'ensemble des travaux de ces deux missions se complète par l'étude, confiée à M. Lebiez, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Constantine, d'un tracé raccordant Biskra à la ligne de Sétif à Alger, de telle sorte que le chemin transsaharien, s'il devait suivre la ligne El Biodh-Ouargla-Touggourt-Biskra, puisse aboutir à la mer à Alger vers l'ouest en même temps qu'à Philippeville ou à Bone vers l'est.

La ligne de raccordement étudiée par M. Lebiez se détache de la ligne d'Alger à Sétif à la sortie sud du souterrain de Tenia-Merdj, à l'altitude de 985^{m}; ce point est situé à 215^{km} d'Alger par les chemins classés, à 15^{km} à l'ouest de Bordj-bou-Arreridj.

De ce point, le tracé descend l'Oued-Ksob jusque vers Msila, longe la rive nord du chott Hodna, où les forages artésiens promettent le retour d'une ancienne prospérité, passe à l'ouest de Barika et rejoint entre El Kantara et El Ontaïa la ligne de Batna à Biskra.

L'avant-projet de cette ligne, intéressante au double point de vue de notre colonie algérienne et de l'entreprise transsaharienne, se poursuit activement.

En même temps, pour fournir des données comparatives exactes entre les lignes Alger-Tenia-Merdj-Biskra-Ouargla... et Alger-Laghouat-El Goléa..., M. Neveu-Derotrie, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Alger, étudie l'avant-projet

d'un chemin de fer de Médéah (Oued-Harbile) à Laghouat, par Berrouaghia, Bougzoul, Aïn-Oussera, Taguin et Tadjemout.

Sauf un tunnel de 3000^{m} au passage entre les bassins de l'Oued-Harbile et de l'Oued-Karakach, on ne rencontre aucune difficulté spéciale sur ce parcours.

Les déclivités ne dépasseront pas 0,015. Les sables pourront être presque complètement évités. Le faîte du Djebel-Amour sera franchi entre Zenina et Bou-Chekoua, vers l'altitude de 1240^{m}, sans tunnel ni tranchée. Partout enfin on aura assez d'eau pour l'alimentation des gares sans recourir à des moyens onéreux, à une ou deux exceptions près.

La quatrième mission a été confiée à M. Pouyanne, ingénieur en chef des Mines, chargé du service des Mines dans les départements d'Oran et d'Alger, auteur de la carte géologique d'une partie de la province d'Oran et d'importantes reconnaissances sur les plateaux de cette province; elle consistait en études à poursuivre dans le sud-ouest de l'Algérie et comprenant :

1° La reconnaissance topographique, hypsométrique, géologique et hydrologique d'un tracé dirigé de Ras-el-Ma vers Aïn-Bel-Khelil et Megroum, et s'enfonçant par la vallée de l'Oued-Namous le plus loin possible dans la direction de l'Oued-Guir (à concerter avec la Société de Géographie d'Oran);

2° La reconnaissance d'une variante partant de Saïda et rejoignant la ligne précédente;

3° La reconnaissance, dans les mêmes conditions, d'un tracé de Tiaret à El Maïa et d'El Maïa à la ligne d'El Goléa à Laghouat.

M. Pouyanne avait sous sa direction un ingénieur des Ponts et Chaussées, un ingénieur des Mines, trois conducteurs et garde-mines; la mission concertée avec la Société de Géographie d'Oran comprenait trois délégués de cette Société.

La ligne de Tiaret à El Maïa et à la ligne d'El Goléa à Laghouat est étudiée, et les résultats de l'étude basée sur un levé au tachéomètre me seront prochainement adressés. Elle ne présente pas de difficultés notables.

Les deux autres reconnaissances confiées à M. Pouyanne se rattachent à un tracé d'ensemble par le Gourara, le Touât et Insalah, proposé par les représentants d'Oran pour le chemin de fer transsaharien; cette ligne s'élèverait sur les hauts plateaux par Sebdou, ou par Magenta et Ras-el-Ma, ou par Saïda, et irait gagner vers Tyout la partie de notre frontière de l'ouest qui n'est pas encore bien délimitée. Le voisinage de tribus hostiles entretient sur cette partie de notre frontière un état habituel d'insécurité qui n'a pas permis à la mission dirigée par M. Pouyanne de dépasser Tyout. Mais la mission a recueilli sur la route, au sud de ce point, des renseignements précis et circonstanciés dûment contrôlés.

Sur les lignes de Saïda et de Ras-el-Ma à Megroum, la mis-

sion a opéré par triangulation régulière : M. Pouyanne, personnellement, a rattaché ces travaux à ceux qu'il avait exécutés en 1862 dans le pays environnant Tyout et les a prolongés jusqu'à Géryville. L'ensemble de ces études, opérées dans des conditions difficiles, fait honneur au directeur de la mission et à ses collaborateurs; ces travaux augmenteront beaucoup les connaissances que nous possédons sur la géographie et la géologie du sud-ouest de l'Algérie.

D'après les Rapports sommaires reçus de M. Pouyanne, toutes les données qu'il a réunies déjà lui démontreraient « la facilité et l'utilité d'une voie ferrée au moins jusqu'au fond du Touât et peut-être beaucoup plus loin ».

La variante partant de Ras-el-Ma laisse entre Magenta et Ras-el-Ma une lacune de 32^{km} entre les reconnaissances de M. Pouyanne et le réseau algérien classé. Ce raccordement a été étudié, il y a quelques mois, par la Compagnie de l'Ouest algérien, qui a bien voulu mettre ses études, sans conditions, à la disposition du Département des Travaux publics pour être soumises à la Commission supérieure. M. l'ingénieur en chef Robin s'occupe de les contrôler.

En résumé, dans le second semestre de 1880, soit un an après l'organisation des services d'études et d'exploration, les dossiers d'avant-projets et les Rapports des missions dans l'étendue du territoire algérien seront aux mains de la Commission supérieure, ainsi que les Cartes et documents rapportés par M. le colonel Flatters de son expédition entre Touggourt et le 26e degré de latitude, et l'itinéraire de M. Soleillet, de Saint-Louis vers l'Adrar.

Ce sont des résultats considérables; obtenus en si peu de temps et si complets, ils font également honneur à la science, à la fermeté et à la patriotique ardeur de tous ceux qui y ont concouru. Les autorités de l'Algérie et du Sénégal, ainsi que nos compatriotes, colons et indigènes de ces deux pays, ont rivalisé de zèle pour faciliter et assurer le succès de ces missions. Il importe de noter, en outre, avec satisfaction, que la santé du personnel a toujours été excellente.

J'ai convoqué pour le 16 juin courant la Commission supérieure, qui pourra, dans cette nouvelle session, se rendre compte des résultats acquis et faire sans doute des propositions fermes en vue de la continuation des études de la grande entreprise qui occupe à un si juste titre l'opinion publique.

Je vous prie d'agréer, monsieur le Président, l'assurance de mon profond respect.

Le Ministre des Travaux publics,
H. Varroy.

Le Téléphote et le Diaphote.

Quoique le journal *la Lumière électrique* fasse les plus expresses réserves relatives à cette Note, nous croyons néanmoins intéressant de la reproduire dans le *Bulletin hebdomadaire.*

La question des appareils nouveaux qui permettent de *voir par le télégraphe,* comme le disent les Américains, continue à préoccuper les journaux scientifiques de l'Amérique, et nous trouvons, dans ceux qui nous arrivent depuis quelques jours, des Communications de MM. Ayrton et Perry, Sawyer, etc., qui montrent que plusieurs inventeurs connus dans la science électrique s'occupent avec un certain succès de la solution de cette question.

Nous voyons d'abord, dans le *Scientific American* du 12 juin 1880, une lettre de M. Sawyer, dont voici les passages les plus intéressants :

« Au commencement de l'année 1877, le principe de la vision à distance par le télégraphe et même les appareils nécessaires pour atteindre ce but avec un seul fil télégraphique furent expliqués, n° 21, Cortland Street, dans la Cité, chez M. James G. Smith, esq., qui a été le surintendant de l'Atlantic and Pacific Company. On en donna également connaissance à MM. Shaw et Baldwin, constructeurs. Les nouvelles de cette découverte, qui nous arrivent séparément de trois côtés différents, montrent une fois de plus qu'à certains moments une même idée peut naître simultanément dans l'esprit de plusieurs personnes sans qu'elles se soient inspirées les unes des autres. Toutefois, je crois qu'aucune de ces idées n'a pu être encore résolue pratiquement, car des difficultés se présentent pour la réalisation de ce problème.

» 1° L'action de la lumière sur le sélénium ne modifie sa conductibilité que lentement ; mais il est possible qu'on puisse remédier à cette difficulté.

» 2° Pour transmettre avec exactitude une image, même assez petite pour être projetée sur une surface de 1 pouce carré (je parle de l'appareil dont il a été question dans le *Scientific American*), il faudrait que cette surface fût fractionnée en dix mille parties isolées les unes des autres et renfermant du sélénium, et il faudrait autant de fils isolés pour réunir le transmetteur au récepteur.

» 3° Les appareils les plus délicats n'indiqueraient aucun changement de résistance par la projection de la lumière sur un simple point occupé par du sélénium.

» 4° Il faudrait agir aux deux stations avec des appareils à mouvements synchroniques, et aucun système de synchroni-

sation ne pourrait être assez parfait pour obtenir un résultat satisfaisant.

» Voici le moyen que je proposerais pour résoudre le problème; il est basé sur les mouvements synchroniques des deux appareils en correspondance

» Dans ce système, le transmetteur serait constitué par une spirale plate de fil fin de sélénium, placée dans une chambre obscure d'environ 3 pouces de diamètre, et sur laquelle l'image lumineuse serait successivement projetée par l'intermédiaire d'un tube de petit diamètre, qui serait animé d'un mouvement de rotation rapide, en spirale, de la périphérie au centre de la spirale de sélénium. Dans ces conditions, la lumière émanée de l'image, soit directement, soit par réflexion, impressionnerait le sélénium aux différents points de la spirale, dans une proportion qui serait en rapport avec le degré d'intensité des différents points lumineux de l'image, et cela sur toute la surface successivement couverte par les projections lumineuses traversant le tube mobile. La vitesse du mouvement de ce tube devrait être naturellement telle que toutes les impressions lumineuses successivement laissées sur la spirale pussent se succéder assez rapidement pour persister sur la rétine pendant tout le parcours du tube, de la périphérie au centre de la spirale.

» Le récepteur serait composé, comme celui du transmetteur, d'un tube noirci de 3 pouces de diamètre, à l'intérieur duquel pourrait se mouvoir, de la même manière et avec une vitesse exactement semblable à celle du tube de projection du premier appareil, un index noirci, muni de deux pointes fines de platine, placées très près l'une de l'autre et mises en communication avec le fil secondaire d'une bobine d'induction dont le fil primaire serait traversé par le courant conduit par le fil de ligne. Les deux organes mobiles dans le transmetteur et le récepteur ayant une grande vitesse et des mouvements parfaitement synchrones s'effectuant de la périphérie de l'appareil à son centre, on peut concevoir que les impressions lumineuses déterminées par l'étincelle de l'index du récepteur pourraient affecter l'œil successivement, et, étant en rapport avec les intensités lumineuses qui impressionneraient la spirale au transmetteur, elles pourront fournir, par leur superposition sur la rétine, l'image qui a été projetée sur le transmetteur.

» Mais ce qui est difficile à obtenir dans ce système, comme sans doute dans les autres, c'est de rendre le sélénium suffisamment sensible pour produire des différences de résistance instantanées et suffisantes, et aussi d'obtenir des mouvements parfaitement synchrones. »

Il est certain que le système décrit précédemment n'est

encore qu'à l'état d'idée théorique, et il serait difficile de croire qu'il pût être réalisé. Nous ne savons pas si les autres solutions sont plus satisfaisantes; mais, ce qui est certain, c'est que ce problème n'est pas aussi fantastique qu'on pourrait le croire à première vue, et des savants distingués n'ont pas dédaigné de l'étudier. Ainsi MM. Ayrton et Perry s'en sont occupés il y a trois ans environ, et, sans parler des travaux de M. Bell et de M. Carey, on trouve aux brevets américains deux patentes prises par MM. Connoly et Mac-Tighe, de Pittsbourg, et par M. le Dr Hicks, de Bethléem, qui se rapportent à cette invention. C'est même ce dernier inventeur qui a donné à ce système télégraphique le nom de *diaphote*, nom qui a été transformé par d'autres en celui de *téléphote*.

Dans le système combiné par MM. Ayrton et Perry, le transmetteur était assez semblable à celui de M. Carey, mais le récepteur mettait à contribution des systèmes électro-magnétiques qui avaient pour mission d'ouvrir plus ou moins, suivant l'intensité du courant qui les animait, des espèces de petites fenêtres à travers lesquelles on projetait des rayons lumineux qui étaient reçus sur une feuille de verre dépoli. Comme les teintes lumineuses se trouvaient ainsi être en rapport avec l'intensité des courants traversant les systèmes électro-magnétiques, et que cette intensité était elle-même en rapport avec celle des rayons lumineux qui impressionnaient telle ou telle case de sélénium du transmetteur, on avait de cette manière une reproduction en mosaïque de l'image projetée sur le transmetteur. Ce système, comme on le comprend aisément, n'était guère applicable; aussi les auteurs n'y avaient-ils attaché qu'une médiocre importance.

Il n'est du reste pas nécessaire d'employer le sélénium pour obtenir des effets du genre de ceux dont nous venons de parler. En disposant une plaque isolante munie en deux points différents de sa surface d'une infinité de fils de platine, comme dans le système de M. Carey, et en recouvrant cette plaque d'une préparation photographique daguerrienne sur laquelle on projetterait l'image, il se produirait aux différents points de la plaque une infinité de courants dont l'intensité serait proportionnelle à celle de la lumière, comme l'a démontré M. Becquerel, et qui pourraient être transmis au récepteur par les fils de platine de la plaque et les fils de la ligne en rapport avec lui.

NOTE SUR LA PRÉSENCE DU FER DANS LES CHUTES DE POUSSIÈRES EN SICILE ET EN ITALIE; par M. **Tacchini**.

Dans une Note adressée à l'Académie le 17 mars 1879, j'ai mentionné les particules ferrugineuses trouvées dans la pous-

sière tombée à Palerme, Termini et Naples pendant le cyclone du 24 février 1879; j'ai fait connaître le diamètre de plusieurs de ces globules de fer, que pour la première fois on venait de reconnaître dans la poussière du sirocco en Sicile et en d'autres points de l'Italie. M. le professeur Maccagno et moi, nous avons continué ces recherches sur tous les échantillons, au nombre de cinquante, que j'ai recueillis depuis 1870. Nous avons toujours constaté la présence du fer météorique. M. Maccagno fit ensuite l'analyse chimique de différentes poussières; les résultats sont imprimés dans les *Annales* de notre Bureau central de Météorologie. Nous avons vérifié avec le spectroscope la présence du nickel et du cobalt.

On a dessiné ce que le microscope a fait voir de plus important : les caractères microscopiques, comme l'analyse chimique, conduisent à attribuer une origine commune à ces poussières. J'ai cherché à démontrer, dans le Mémoire qui fait partie du Volume cité, que la poussière du sirocco en Sicile vient du grand désert d'Afrique; des Cartes retracent les conditions atmosphériques en Europe aux différentes époques des chutes de poussières.

Récemment, j'ai examiné avec M. Maccagno les poussières tombées en 1880 à Syracuse, Palerme, Modica, Termini, Cosenza, Girgenti et Rome; elles sont au nombre de quinze. Nous y avons rencontré les mêmes caractères et la présence du fer météorique globulaire. Le même résultat a été fourni par un échantillon de poussière tombée à Rome en février 1864. On peut en conclure que le fer météorique fait toujours partie de la poussière du sirocco qui tombe en Italie, et plus fréquemment en Sicile. S'il y a eu un simple transport du désert en Italie, la poussière recueillie directement dans le désert devrait contenir du fer. Par une heureuse circonstance, M. Galli, de Velletri, a pu me donner un peu de sable du Sahara pris à 18 milles. Ce sable est grossier et ressemble à celui des dunes de Sicile. La quantité était trop petite pour permettre une analyse complète; mais, avec quelques précautions, nous avons réussi à isoler des parcelles très fines, qui, placées sous le microscope, se présentaient sous la forme de globules noirs parfaitement comparables à ceux de la poussière du sirocco. Nous espérons pouvoir continuer cet examen sur des quantités plus considérables de sable africain; mais, dès à présent, il me semble permis de conclure l'identité entre les poussières du sirocco en Italie et le sable africain. Il y aurait une autre question à résoudre : le fer nickelé mêlé au sable du désert est-il d'origine terrestre ou cosmique? Il faudrait une étude bien faite, une expédition convenablement organisée pour exécuter l'examen géologique complet du désert. Toutefois, il est bien clair que les pluies de sable en Italie sont des phé-

nomènes purement terrestres, dus aux cyclones qui transportent le sable du désert plus ou moins loin; aussi le phénomène est-il plus fréquent en Sicile qu'en Italie. Notre observation relative à la présence de sphérules de fer dans la poussière du sirocco a été vérifiée par M. Silvestri à Catane.

Phénomènes observés pendant le dernier hiver.

Au sujet de l'article publié dans le *Bulletin* n° 13 du 27 juin dernier, page 201, M. E. Varennes, directeur des eaux et égouts du Mans, adresse l'observation suivante :

En janvier 1880, avenue de Ponthieu, la conduite publique, formée par des tuyaux en fonte de $0^{m},108$ de diamètre, posés à 1^{m} de profondeur sous chaussée empierrée, a été brisée en plusieurs endroits par la gelée. La neige avait été enlevée. Au moment de la réparation, les tuyaux renfermaient encore des glaçons.

Cette conduite est à l'extrémité de l'une des ramifications du réseau; la congélation a dû s'opérer alors que l'eau était en repos.

D'autres ruptures ont eu lieu sur les conduites publiques, mais à des profondeurs moindres que la précédente.

Les branchements d'abonnés, tuyaux en fonte de $0^{m},03$ de diamètre, posés à une profondeur moyenne de $0^{m},80$, ont été gelés en grand nombre. Plusieurs n'ont pas été atteints pendant les grands froids et ont été rompus pendant le dégel. Dans ce dernier cas, on peut admettre que la fusion de la glace à la partie supérieure du sol causait un refroidissement dans les couches inférieures.

M. **Louis de Martin**, Membre de l'Association scientifique, vient de faire paraître dans le *Bulletin du Comice agricole de Narbonne* plusieurs articles intéressants, parmi lesquels nous citerons particulièrement deux Notes : l'une sur le vinage, l'autre sur le plâtrage des raisins à la cuve.

M. **Gabriel Yon**, ingénieur, dont les travaux sur la navigation aérienne ont attiré l'attention des personnes qui s'occupent de cette question importante, adresse un nouvel Ouvrage sur la direction des ballons.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

25 JUILLET 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 17.

LA STATUE DE U.-J. LE VERRIER.

Au commencement de l'année 1878, un Comité de souscription a été constitué, sur l'initiative de plusieurs membres de l'Académie, en vue d'élever une statue à Le Verrier, que la mort venait d'arracher à ses travaux. Le monde savant tout entier a voulu rendre hommage à l'astronome.

Les listes de souscription ont été publiées dans le *Bulletin de l'Association scientifique de France*, et, quand on les parcourt, on remarque, à côté des noms de nos savants les plus éminents, ceux de plusieurs illustrations scientifiques de l'étranger.

M. Chapu a été choisi par le Comité pour exécuter un monument commémoratif. On ne pouvait faire un plus heureux choix que celui de l'auteur si apprécié de la statue de *la Jeunesse* au tombeau d'Henri Regnault et du magnifique monument de Berryer.

La statue de Le Verrier sera en marbre; le modèle en plâtre a été exposé à Paris au dernier Salon de sculpture.

Le désir des souscripteurs serait de la voir élevée dans l'avenue de l'Observatoire, non loin du lieu où le successeur des Galilée et des Newton a produit son œuvre.

La souscription, dont le total dépasse actuellement 23000fr, est encore ouverte au Secrétariat de l'Association scientifique de France, à la Sorbonne. Il est à souhaiter que tous ceux qui s'intéressent au progrès y apportent leur obole. Est-il nécessaire d'ajouter que contribuer à perpétuer le souvenir de grands hommes tels que Le Verrier, c'est, pour tous, honorer la Science, et, pour les concitoyens du grand astronome, c'est en outre faire acte de patriotisme?

GASTON TISSANDIER.

(Extrait du journal *la Nature* du 17 juillet.)

Note sur l'étiologie du charbon, par M. **Pasteur**, avec la collaboration de MM. Chamberland et Roux.

Une des maladies les plus meurtrières du bétail est l'affection que l'on désigne vulgairement sous le nom de *charbon*. La plupart de nos départements ont à en souffrir, les uns peu, les autres beaucoup. Il en est où les pertes se comptent annuellement par millions : tel est le département d'Eure-et-Loir. Des nombreux troupeaux de moutons qu'on y élève, il n'en est pas un seul peut-être qui ne soit frappé chaque année. Tout fermier s'estime heureux et ne donne même aucune attention à la maladie quand la mort n'atteint pas plus de 2 à 3 pour 100 du nombre total des sujets qui composent son troupeau. Tous les pays connaissent ce fléau. Il est parfois si désastreux en Russie, qu'on l'y nomme la *Peste de Sibérie*.

D'où vient ce mal? comment se propage-t-il? La connaissance exacte de son étiologie ne pourrait-elle conduire à des mesures prophylactiques faciles à appliquer et propres à éteindre rapidement la redoutable maladie? Telles sont les questions que je me suis proposé de résoudre et pour lesquelles je me suis adjoint deux jeunes observateurs pleins de zèle, qu'enflamment comme moi les grandes questions que soulève l'étude des maladies contagieuses, MM. Chamberland et Roux.

Longtemps on a cru que le charbon naissait spontanément sous l'influence de causes occasionnelles diverses : nature des terrains, des eaux, des fourrages, modes d'élevage et d'engraissement, on a tout invoqué pour expliquer son existence spontanée. Mais, depuis que les travaux de M. Davaine et de Delafond en France, de Pollender et de Braüell en Allemagne, ont appelé l'attention sur la présence d'un parasite microscopique dans le sang des animaux morts de cette affection, depuis que des recherches rigoureuses ont combattu la doctrine de la génération spontanée des êtres microscopiques et qu'enfin les effets des fermentations ont été rattachés à la microbie, on s'habitua peu à peu à l'idée que les animaux atteints du charbon pourraient prendre les germes du mal, c'est-à-dire les germes du parasite, dans le monde extérieur, sans qu'il y eût jamais naissance spontanée proprement dite de cette affection. Cette opinion se précisa encore davantage lorsque, en 1876, le Dr Kock, de Breslau, eut démontré que la bactéridie, sous sa forme vibrionienne ou bacillaire, pouvait se résoudre en véritables corpuscules-germes ou spores.

Il y a deux ans, j'eus l'honneur de soumettre au Ministre de l'Agriculture et au président du Conseil général d'Eure-et-Loir un projet de recherches sur l'étiologie du charbon, qu'ils

accueillirent avec empressement. J'eus également la bonne fortune de rencontrer dans M. Maunoury, maire du petit village de Saint-Germain, à quelques lieues de Chartres, un agriculteur éclairé qui voulut bien m'autoriser à installer sur un des champs de sa ferme un petit troupeau de moutons dans les conditions généralement suivies en Beauce pour le parcage en plein air. En outre, le Directeur de l'Agriculture mit obligeamment à notre disposition deux élèves-bergers de l'École de Rambouillet pour la surveillance et l'alimentation des animaux.

Les expériences commencèrent dans les premiers jours d'août 1878. Elles consistèrent tout d'abord à nourrir certains lots de moutons avec de la luzerne que l'on arrosait de cultures artificielles de bactéridies charbonneuses chargées du parasite et de ses germes. Sans entrer dans des détails qui trouveront leur place ailleurs, je résume dans les points suivants nos premiers résultats.

Malgré le nombre immense de spores de bactéridies ingérées par tous les moutons d'un même lot, beaucoup d'entre eux échappent à la mort, souvent après avoir été visiblement malades; d'autres, en plus petit nombre, meurent avec tous les symptômes du charbon spontané et après un temps d'incubation du mal qui peut aller jusqu'à huit et dix jours, quoique, dans les derniers temps de la vie, la maladie revête ces caractères presque foudroyants fréquemment signalés par les observateurs, et qui ont fait croire à une incubation de très peu de durée ([1]).

On augmente la mortalité en mêlant aux aliments souillés des germes du parasite des objets piquants, notamment les extrémités pointues des feuilles de chardon desséché, et surtout des barbes d'épis d'orge coupées par petits fragments de $0^{m},01$ de longueur environ.

Il importait beaucoup de savoir si l'autopsie des animaux morts dans ces conditions montrerait des lésions pareilles à celles qu'on observe chez les animaux morts spontanément dans les étables ou dans les troupeaux parqués en plein air. Les lésions, dans les deux cas, sont identiques, et par leur nature elles autorisent à conclure que le début du mal est dans la bouche ou l'arrière-gorge. Nos premières constatations de ce genre ont été faites le 18 août, par des autopsies pratiquées sous nos yeux par M. Boutet fils et M. Vinsot, jeune élève vé-

([1]) La communication de la maladie par des aliments souillés de spores charbonneuses est plus difficile encore chez les cobayes que chez les moutons. Nous n'en avons pas obtenu d'exemple dans d'assez nombreuses expériences. Les spores, dans ce cas, se retrouvent dans les excréments. On les retrouve également intactes dans les excréments des moutons.

térinaire, sortant de l'École d'Alfort, qui nous a assistés avec beaucoup de zèle pendant toute la durée des expériences faites à Saint-Germain (1).

Dès lors l'idée qui présidait à nos recherches, à savoir que les animaux qui meurent spontanément du charbon dans le département d'Eure-et-Loir sont contagionnés par des spores de bactéridies charbonneuses répandues sur leurs aliments, prit dans notre esprit la plus grande consistance.

Reste la question de l'origine possible des germes de bactéridies. Si l'on rejette toute idée de génération spontanée du parasite, il est naturel de porter tout d'abord son attention sur les animaux enfouis dans la terre.

Voici ce qui arrive toutes les fois qu'un animal meurt spontanément du charbon. Un établissement d'équarrissage est-il proche, on y conduit le cadavre. Est-il trop éloigné ou l'animal a-t-il peu de valeur, comme c'est le cas des moutons, on pratique une fosse sur place, à une profondeur de $0^m,50$ à $0^m,60$ ou 1^m, dans le champ même où l'animal a succombé, ou dans un champ voisin de la ferme, s'il a péri à l'écurie; on l'y enfouit en le recouvrant de terre. Que se passe-t-il dans la fosse, et peut-il y avoir ici des occasions de dissémination des germes de la maladie ? Non, répondent certaines personnes, car il résulte d'expériences exactes du Dr Davaine que l'animal charbonneux, après sa putréfaction, ne peut plus communiquer le charbon. Tout récemment encore, de nombreuses expériences ont été instituées par un des savants professeurs de l'École d'Alfort, grand partisan de la spontanéité de toutes les maladies. Il est arrivé à cette conclusion « que les eaux chargées de sang charbonneux, de débris de rate, les terreaux

(1) Dans nos expériences, une circonstance particulière mérite d'être mentionnée. Huit de nos moutons d'expérience furent inoculés directement par piqûres à l'aide de cultures de bactéridies, certains même par du sang charbonneux d'un mouton mort quelques heures auparavant et qui était rempli de bactéridies. Tous les moutons furent malades, avec élévation constatée de leur température; un seul mourut qui avait été piqué sous la langue. Un des moutons qui guérirent n'avait pas reçu à la cuisse, avec une seringue de Pravaz, moins de dix gouttes de sang charbonneux. Ces faits, signalés à M. Toussaint, fort versé dans toutes les connaissances relatives au charbon, qui, dans le même temps, s'occupait à Chartres d'études sur cette affection et qui assistait quelquefois à nos expériences sur le champ de Saint-Germain, lui parurent si surprenants, qu'il ne voulut pas y croire et qu'il tint à faire lui-même une des inoculations. Le mouton survécut comme les autres.

Les poules qui ont été nourries par des aliments souillés du microbe du choléra des poules, lorsqu'elles ne meurent pas, peuvent être *vaccinées*. Il y a lieu dès lors de se demander si l'on ne pourrait arriver à *vacciner* des moutons pour l'affection charbonneuse en les soumettant préalablement et graduellement à des repas souillés des spores du parasite.

obtenus en stratifiant du sable, de la terre, du fumier avec des débris de cadavres rapportés de Chartres n'ont jamais (par l'inoculation) provoqué la moindre manifestation de nature charbonneuse. (COLIN, *Bulletin de l'Académie de Médecine*, 1879); mais il faut compter ici avec les difficultés de la recherche, difficultés que M. Colin a entièrement méconnues.

Prélever de la terre dans les champs de la Beauce et y mettre en évidence des corpuscules d'un à deux millièmes de millimètre de diamètre capables de donner le charbon par inoculation à des animaux, c'est déjà un problème ardu. Toutefois, par des lavages appropriés et en profitant de la puissance contagionnante de ces corpuscules-germes pour les espèces cobayes et lapins, la chose serait facile si ces corpuscules du parasite charbonneux étaient seuls dans la terre. Mais celle-ci recèle une multitude infinie de germes microscopiques et d'espèces variées, dont les cultures sur le vivant ou dans les vases se nuisent les unes aux autres [1]. J'ai appelé l'attention de l'Académie sur ces luttes pour la vie entre les êtres microscopiques dans ces vingt dernières années; aussi, pour faire sortir d'une terre la bactéridie charbonneuse qu'elle peut contenir à l'état de germes, il faut recourir à des méthodes spéciales, souvent très délicates dans leur application : action de l'air ou du vide, changements dans les milieux de culture, influence de températures plus ou moins élevées, variables avec la nature des divers germes, sont autant d'artifices auxquels on doit recourir pour empêcher un germe de masquer la présence d'un autre. Toute méthode de recherche grossière est fatalement condamnée à l'impuissance, et les résultats néga-

---

[1] Je suis même très porté à croire que c'est dans cette infinie quantité de germes microscopiques qu'il faut aller chercher la solution vraie de la nitrification que MM. Schlœsing et Müntz ont si bien démontrée être sous la dépendance exclusive d'une sorte de fermentation. Un jour, c'était, si j'ai bon souvenir, au mois de juillet 1878, alors que j'étais précisément préoccupé de la présence de tous ces germes microscopiques des terres arables, je reçus la visite de ces savants observateurs. Ils m'apportaient des billes sortant de leurs tubes nitrificateurs, affirmant, par les excellentes preuves qu'ils en ont données, que quelque chose de vivant, existant à la surface de ces billes, devait être l'agent du phénomène. Mais, ajoutaient-ils, « nous avons beau chercher et observer, nous ne trouvons pas d'êtres microscopiques. Voyez, vous-même. » J'examine et je leur dis : « Vous avez raison, il n'y a pas d'êtres microscopiques ; mais cela fourmille de leurs germes, et voilà, je crois, votre agent nitrificateur. » En d'autres termes, je suis porté à ne pas admettre un ferment spécial, un être en voie de développement (il dénitrifierait plutôt sous cet état), mais un effet physique d'absorption et de transport d'oxygène sur les éléments de l'ammoniaque par les germes innombrables de la terre, analogue à celui qui s'effectue sous l'influence du *mycoderma aceti* dans les liquides alcooliques en voie d'acétification.

tifs ne prouvent rien, sinon que dans les conditions du dispositif expérimental qu'on a employé la bactéridie n'a pas apparu. L'argument principal invoqué par le savant professeur d'Alfort à l'appui des résultats négatifs de ses nombreuses inoculations est que le charbon disparaît dans le cadavre d'un animal charbonneux au moment où il se putréfie. Cette assertion est exacte, et elle était bien connue des équarrisseurs avant même que le Dr Davaine en donnât une confirmation de fait. Souvent j'ai entendu les équarrisseurs, que je voyais manier des animaux charbonneux et que j'avertissais du danger qu'ils couraient, m'assurer que le danger avait disparu quand l'animal était *avancé* et qu'il fallait n'avoir de craintes que s'il était encore chaud. Quoique, prise à la lettre, cette assertion soit inexacte, elle trahit cependant l'existence du fait en question. Dans un travail antérieur, M. Joubert et moi, nous avons donné la véritable explication du phénomène. Dès que la bactéridie, sous son état filiforme, est privée du contact de l'air, qu'elle est plongée, par exemple, dans le vide ou dans le gaz acide carbonique, elle tend à se résorber en granulations très ténues, mortes et inoffensives. La putréfaction la place précisément dans ces conditions de désagrégation de ses tissus. Ses corpuscules-germes ou spores n'éprouvent pas cet effet et se conservent, ainsi que le Dr Kock l'a montré le premier. Quoi qu'il en soit, et comme l'animal, au moment de sa mort, ne contient que le parasite à l'état filiforme, il est certain que la putréfaction l'y détruit dans toute sa masse.

Si l'on s'arrêtait à cette opinion pour l'appliquer aux faits de la nature d'une manière absolue, on n'aurait qu'une vue incomplète de la vérité.

Assistons par la pensée à l'enfouissement du cadavre d'une vache, d'un cheval ou d'un mouton mort du charbon. Alors même que les animaux ne seraient pas dépecés, se peut-il que du sang ne se répande pas hors du corps en plus ou moins grande abondance ? N'est-ce pas un caractère habituel de la maladie qu'au moment de la mort le sang sort par les narines, par la bouche et que les urines sont souvent sanguinolentes? En conséquence, et dans tous les cas pour ainsi dire, la terre autour du cadavre est souillée de sang. D'ailleurs, il faut plusieurs jours avant que la bactéridie se résolve en granulations inoffensives par la protection des gaz privés d'oxygène libre que la putréfaction dégage, et pendant ce temps le ballonnement excessif du cadavre fait écouler les liquides de l'intérieur à l'extérieur par toutes les ouvertures naturelles, quand il n'y a pas, par surcroît, déchirure de la peau et des tissus. Le sang et les matières ainsi mêlés à la terre aérée environnante ne sont plus dans les conditions de la putréfaction, mais bien plutôt dans celles d'un milieu de culture propre à la forma-

tion des germes de la bactéridie. Hâtons-nous toutefois de demander à l'expérience la confirmation de ces vues préconçues.

Nous avons ajouté du sang charbonneux à de la terre arrosée avec de l'eau de levûre ou de l'urine aux températures de l'été et aux températures que la fermentation des cadavres doit entretenir autour d'eux comme dans un fumier. En moins de vingt-quatre heures, il y a eu multiplication et résolution en corpuscules-germes des bactéridies apportées par le sang. Ces corpuscules-germes, on les retrouve ensuite dans leur état de vie latente, prêts à germer et propres à communiquer le charbon, non seulement après des mois de séjour dans la terre, mais après des années.

Ce ne sont là encore que des expériences de laboratoire. Il faut rechercher ce qui arrive en pleine campagne avec toutes les alternatives de sécheresse, d'humidité et de culture. Nous avons donc, au mois d'août 1878, enfoui dans un jardin de la ferme de M. Maunoury, après qu'on en eut fait l'autopsie, un mouton de son troupeau qui était mort spontanément du charbon.

Dix mois, puis quatorze mois après, nous avons recueilli de la terre de la fosse, et il nous a été facile d'y constater la présence des corpuscules-germes de la bactéridie et, par l'inoculation, de provoquer sur des cochons d'Inde la maladie charbonneuse et la mort. Bien plus, et cette circonstance mérite la plus grande attention, cette même recherche des germes a été faite avec succès sur la terre de la surface de la fosse, quoique, dans l'intervalle, cette terre n'eût pas été remuée. Enfin, les expériences ont porté sur la terre de fosses où l'on avait enfoui, dans le Jura, à 2^{m} de profondeur, des vaches mortes du charbon au mois de juillet 1878. Deux ans après, c'est-à-dire récemment, nous avons recueilli de la terre de la surface et nous en avons extrait des dépôts donnant facilement le charbon. A trois reprises, dans cet intervalle des deux années dernières, ces mêmes terres de la surface des fosses nous ont offert le charbon. Enfin, nous avons reconnu que les germes, à la surface des terres recouvrant des animaux enfouis, se retrouvent après toutes les opérations de la culture et des moissons; ces dernières expériences ont porté sur la terre de nos champs de la ferme de M. Maunoury. Sur des points éloignés des fosses, au contraire, la terre n'a pas donné le charbon.

Je ne serais pas surpris qu'en ce moment des doutes sur l'exactitude des faits qui précèdent ne s'élèvent dans l'esprit de l'Académie. La terre, qui est un filtre si puissant, dira-t-on, laisserait donc remonter à sa surface des germes d'êtres microscopiques !

de terre; qu'enfin, si dans une localité quelconque on n'entretient pas les causes qui le conservent, il disparaît en quelques années ([1]).

Les pierres tombées du ciel. Conférence de M. **S. Meunier.** Compte rendu par M. H. Grignet [suite ([2])].

La rupture des bolides en divers fragments date souvent de l'explosion même. Cela paraît avoir été le cas à Knyahynia, en Hongrie, le 9 juin 1866, car on a recueilli sur le sol deux fragments qui se raccordaient exactement l'un à l'autre, comme des fragments récemment séparés d'une même masse. Il est pourtant des cas où, la rupture étant antérieure à l'explosion, les météorites gravitent de conserve; elles arrivent par essaims, un peu à la manière des cailloux dont se compose une pelletée de sable. Quant aux pierres qu'elles dispersent sur le sol (leur nombre peut s'élever à 100000, comme cela eut lieu le 30 janvier 1868 à Pultusk), elles recouvrent une ellipse très allongée.

On conçoit aisément que la brusque arrivée sur notre globe de matériaux solides puisse constituer un danger. Si les pierres de Pultusk, animées d'une assez faible vitesse, ne brisèrent pas la glace de peu d'épaisseur qui couvrait les bords de la

([1]) *Voir* le travail très intéressant que M. Baillet a publié, il y a dix ans, sur les pâturages de l'Auvergne qui produisent ce que l'on nomme dans ce pays *le mal de montagne* (*Mémoires du Ministère de l'Agriculture*, 1870).

Dès 1876, un très habile vétérinaire, Petit, avait démontré que le mal de montagne n'était autre chose que le charbon, résultat confirmé de nos jours, dans des Rapports administratifs remarquables, par M. Maret, de Sallanches. Une circonstance connue de tous dans le Cantal, c'est qu'il est des pâturages qui depuis un temps immémorial sont épargnés, qu'il en est où le mal sévit de temps à autre, qu'enfin on en trouve où le bétail est si fréquemment décimé qu'on les a désignés sous le nom de *montagnes dangereuses*, montagnes qu'on abandonne même souvent sans en tirer le moindre produit, « tout au moins pendant quelques années », dit M. Baillet.

Cette dernière circonstance mérite une grande attention. C'est la preuve que la cause, quelle qu'elle soit, qui produit le charbon dans une localité disparaît avec le temps. Nous en avons eu plusieurs exemples dans le cours de nos recherches en Beauce. M. Boutet, le vétérinaire si connu dans ce pays, nous a indiqué des champs *maudits*, c'est-à-dire des champs où leurs propriétaires assurent que le charbon serait inévitable sur les moutons qu'on y ferait parquer. Aussi le parcage y est-il interdit depuis un certain nombre d'années, c'est-à-dire depuis la constatation des dernières mortalités sur ces champs. Or, sur cinq de ces champs, nous avons établi des troupeaux de moutons, et la mortalité a été nulle, excepté pour un des troupeaux, où elle a été de 1 pour 100.

([2]) Voir le *Bulletin* du 18 juillet.

Narew, en d'autres circonstances on a vu des aérolithes casser les branches des arbres, traverser le toit d'une hutte, renverser des chaumières, assommer des bœufs et des chevaux sans épargner les hommes. Long serait le récit circonstancié de ces accidents, dont la cause parut longtemps incompréhensible. Il y a lieu toutefois de s'étonner que les catastrophes ne soient pas plus nombreuses encore.

Les bolides ont même causé des procès. A propos de deux chutes, l'une à la Bécasse (Indre), l'autre en Vendée, les tribunaux ont été saisis de demandes en dommages-intérêts et ont eu à examiner la question de savoir à qui devait appartenir la météorite tombée dans un champ. L'ouvrier qui y travaillait au moment de la chute et le propriétaire du champ se la disputaient. Les tribunaux ont, dans les deux cas, donné raison au propriétaire du champ.

A ce propos, M. Stanislas Meunier fait observer que, tout en s'inclinant devant cette décision avec le respect dû à la chose jugée, il y a peut-être à s'étonner d'une semblable solution. Qu'auraient dit en effet ces mêmes propriétaires, bien empressés à faire valoir leurs titres, si des ouvriers salariés par eux eussent été tués sur leur terrain par les pierres objet du litige et si les familles de ces malheureux avaient réclamé des dommages-intérêts à ceux pour le compte duquel ils travaillaient? Tout droit implique des devoirs; si l'on se refuse à accepter des charges même aléatoires qui découlent de l'exercice d'un droit, ne doit-on pas renoncer à ce droit même? C'est ce à quoi sans doute on n'a pas assez songé dans la circonstance.

Que ces questions d'intérêt semblent mesquines au naturaliste, lorsqu'en présence de ces échantillons de la Physique universelle, réunis en collection, il se pose mille problèmes et non des moins grandioses! Quelles émotions, quelles pensées suggère à l'esprit le moindre de ces matériaux d'une origine si extraordinaire! Avec quel empressement on veut soumettre aux investigations de la Science ce fragment cométaire ou planétaire issu des profondeurs de l'espace!

Il suffit d'ailleurs de jeter un coup d'œil sur une collection d'aérolithes, du genre de celle que M. Daubrée a réunie au Muséum, et où l'illustre géologue a trouvé la matière de tant de travaux, pour reconnaître que ces matériaux, rapprochés les uns des autres, sont loin de se ressembler. Aussi les a-t-on rangés en quatre classes, subdivisées elles-mêmes en groupes. Ce sont les *holosidères*, les *syssidères*, les *sporadosidères* et les *asidères*.

Les *holosidères*, ou fers météoriques, sont des roches très singulières, et leur chute est excessivement rare. La présence du phosphore et du nickel y est caractéristique. Il est certain, par suite, que, si l'on retrouvait des traces de ces deux sub-

stances dans les armes et les outils dont les hommes se sont servis au *premier âge du fer*, on pourrait affirmer la nature météorique du métal employé. Les fers nickelés sont d'ailleurs très complexes. Dans la météorite découverte en 1828 à Caille, dans le Var, on distingue deux alliages nettement différents et intimement mélangés, ainsi qu'on le démontre à l'aide d'une expérience dite de *Widmanstaetten*, du nom de son auteur. Cette coexistence d'alliages divers et inégalement solubles indique évidemment que le fer météorique et nos fers industriels ont eu un mode de formation bien dissemblable. Il résulte encore des expériences personnelles de M. S. Meunier que les masses dont il s'agit n'ont pas dû passer par une phase de *fusion*, comme on l'avait cru tout d'abord, mais qu'elles sont le produit d'une *concrétion*.

Cette observation s'applique également aux *syssidères* et notamment à la plus célèbre, connue sous le nom de *fer de Pallas*. C'est une sorte d'éponge ferrugineuse, dont les vacuoles sont remplies par de beaux cristaux de péridot. Elle fut découverte, en 1776, sur une haute montagne, voisine du Yénissei, par un forgeron cosaque, qui l'apporta au grand naturaliste Pallas, de passage à Krasnojarsk. Elle pesait 700kg. On peut rapprocher de cette roche les *syssidères* découvertes près d'Imilac, dans le grand désert d'Atacama et dans la Cordillère de Déesa, au Chili.

Les *sporadosidères*, de beaucoup les plus nombreuses, sont caractérisées par des grenailles de fer disséminées dans une gangue pierreuse. D'après les proportions relatives du fer et de la pierre, elles se distinguent en *polysidères*, *oligosidères* et *cryptosidères*. Dans ces dernières, le métal est distribué en particules si fines, qu'il faut des essais chimiques pour en révéler l'existence.

A la grande division des *asidères* appartiennent les météorites tombées à Cold Bokkeveld (cap de Bonne-Espérance) le 13 octobre 1838 et à Orgueil (Tarn-et-Garonne) le 14 mai 1864.

La météorite de Cold Bokkeveld est uniformément noire et compacte. Elle contient du carbone et des matières bitumineuses. Le bolide d'Orgueil a fourni une plus grande quantité encore de matières organiques. A un moment, on a pu concevoir l'espérance que dans cette météorite charbonneuse on trouverait des traces de fossilisation. Qui sait, bien que rien ne le fasse prévoir, si cet espoir ne se réalisera pas un jour et si quelque envoi céleste, dont nos ancêtres n'eussent pas soupçonné tout le prix, n'apportera pas les révélations les plus importantes à la Science.

En attendant, d'importants résultats sont désormais acquis. Dès l'année 1869, M. Stanislas Meunier s'était demandé si les débris qui tombent sur le sol dans l'état de dispersion que

l'on sait se trouvaient, comme on l'a dit à la suite de Chladni, réellement indépendants les uns des autres, ou s'ils n'auraient pas plutôt une même origine. De là à rechercher des traces de cette communauté d'origine il n'y avait qu'un pas. C'est l'inspection du bloc de Déesa qui le fit franchir au jeune naturaliste. La nature hétérogène des matériaux reconnus pour la première fois à la suite d'expériences nombreuses, délicates, mais probantes, comme entrant dans la constitution de ce bloc, y fit voir une brèche semblable à celles dont notre globe offre à chaque instant des exemples.

C'est ainsi que le fer bréchiforme de Déesa contient dans sa pâte métallique des fragments d'une roche compacte appelée *tadjérite*, composée de péridot, de fayalite, de pyroxène et de feldspath. Ce n'est pas une roche *normale;* elle dérive d'une autre roche préexistante, comme le marbre d'Antrim dérive de la craie. En portant à la température rouge des fragments de pierres, tombées à Aumale (Algérie), à Lucé (Sarthe), de l'*aumalite* et de la *lucéite*, on obtient de la *tadjérite*. Cette dernière est donc une *roche métamorphique*. Elle s'est donc trouvée en relations *stratigraphiques* avec le fer fondu qui entre dans la composition du bloc de Déesa et permet d'établir l'âge relatif des divers types météoriques.

Il s'est présenté d'autres brèches qui confirment ces conclusions : la roche de Parnallee, tombée dans les Indes anglaises le 28 février 1857, les météorites de Cangas de Onis (Espagne) et de la Sierra de Chaco (Bolivie). Quant au fer d'Atacama, il offre une brèche d'origine bien différente. C'est un filon concrétionné, comparable par le mode de formation aux cocardes de galène du Hartz.

En résumé, plus de vingt types de roches météoriques révèlent leurs anciennes relations stratigraphiques et leur dérivation d'un même gisement originel. L'astre d'où proviennent les météorites était assez volumineux, et il s'y exerçait des actions géologiques analogues à celles dont la Terre a été et est encore le théâtre. Il est même possible de reconstituer par la pensée ce globe disloqué et d'en faire l'objet d'une véritable *paléontologie sidérale*. Rien n'est plus curieux ni plus rationnel que la coupe idéale qu'en a projetée M. Stanislas Meunier.

Mais, pour découvrir les causes qui ont pu amener la rupture du globe météorique, il faut envisager le système solaire tout entier. Son *unité de constitution*, son origine, si nettement exposée par Laplace, peuvent nous le faire considérer comme l'ensemble d'une nombreuse famille d'astres. Or, si dans une forêt, en présence d'un orme vermoulu, couvert de mousse, desséché, mort enfin, on veut connaître les causes de sa décomposition, n'est-il pas tout simple d'examiner ses

frères encore verdoyants, mais d'âges divers, qui ne sont pas encore parvenus au terme de leur existence? Examinons de même la forêt des mondes; nous y rencontrerons des astres qui n'ont pas le même âge, car leurs sorties originelles de la nébuleuse primitive se sont effectuées à des époques distinctes les unes des autres.

Parmi ces astres, envisageons d'abord la Terre. Nous y trouvons successivement, à partir de l'extérieur, une atmosphère, une couche aqueuse, des terrains stratifiés, une assise cristalline, puis des roches trachytiques et porphyriques, des basaltes et des laves doléritiques, enfin des roches silicatées magnésiennes. L'atmosphère, l'océan, les terrains stratifiés et les roches cristallines ne sont pas représentés, il est vrai, dans les pierres cosmiques, mais aux roches trachytiques l'analogie, une sorte d'identité, commencent. Il est donc probable que le globe météorique représente les régions internes et inaccessibles de notre planète. On est ainsi conduit à supposer la présence de grandes masses de fer au centre de la Terre, à y voir, quoique cette opinion ait été un moment abandonnée, la cause du magnétisme terrestre. La considération relative à la densité moyenne du globe et la découverte d'une masse de fer d'origine éruptive faite à Ovifak, au Groënland, par M. Nordenskiöld, en 1870, appuient d'ailleurs cette supposition.

Enhardi par cette première comparaison, le conférencier passe en revue les autres membres de la famille solaire.

A tout seigneur tout honneur. C'est donc par le Soleil que commence l'énumération. Le Soleil n'est autre chose qu'une étoile qui passe par une série de transformations sous l'influence de cette cause unique : le rayonnement vers les espaces, et le refroidissement qui en est la conséquence. A l'état entièrement gazeux, l'étoile est fort peu lumineuse; mais sa surface atteint successivement une température qui permet la condensation sous forme liquide ou solide, en tout cas à l'état de poussière, des éléments superficiels de l'astre. Quoique moins chaude que la substance gazeuse d'où elle provient, cette poussière, qui a reçu le nom de *photosphère*, émet de la lumière et de la chaleur. M. Stanislas Meunier la croit analogue aux silicates magnésiens des météorites.

L'état actuel de la Terre s'applique, à quelques différences près, à Vénus et surtout à Mars.

Cette dernière planète se présente dans des conditions particulièrement favorables à l'étude, parce que, contrairement à ce qui a lieu pour Vénus, elle se trouve en opposition lors de sa distance minima de la Terre.

Or, comme le montrent les derniers travaux de M. Proctor et d'autres observateurs, et quoiqu'il y ait une grande ressemblance entre la Terre et Mars, il n'y a pas identité. Mars

est parvenu à un degré d'évolution plus accentué. Ses mers sont moins étendues, son atmosphère est plus mince et plus transparente que la nôtre, et les mêmes phénomènes météorologiques y exercent leur action. Mais, si l'on suppose l'eau de notre océan Atlantique absorbée petit à petit par les masses profondes en voie de solidification, de façon que le niveau de l'eau s'abaisse en moyenne de 4000^{m}, la surface continentale recouverte par l'eau sera de moins en moins grande; l'océan présentera cette forme étroite, allongée, en *goulot de bouteille* (*bottle-necked*), qui est caractéristique des mers martiales.

Il est tout près de nous un astre qui semble avoir atteint, ou peu s'en faut, le terme de l'évolution sidérale : c'est la Lune. D'un volume moindre que la Terre et que Mars, elle s'est plus vite refroidie. Les océans et son atmosphère, car tout indique qu'elle a possédé celle-ci et ceux-là, ont depuis longtemps disparu par le fait de l'hydratation et de l'oxydation de son écorce solide. Cette écorce, ne trouvant plus pour compenser les effets de son retrait ni air ni eau à absorber, se fend comme une plaque d'argile séchée au soleil. Telle est la cause des rainures lunaires, telle sera celle des rainures terrestres dans l'avenir. Il n'y a aucun motif de croire que le retrait s'arrête avant la réduction de l'astre en segments fragmentaires. Les astéroïdes se présentent justement comme le gravois d'une planète ultra-martiale, qui a été sans doute le membre le plus âgé de la famille solaire actuelle. La forme polyédrique de ces fragments, connus sous le nom de *planètes télescopiques*, et l'absence de toute atmosphère à leur surface concordent parfaitement avec cette manière de voir.

Les météorites enfin ne font qu'exagérer le caractère fragmentaire des astéroïdes. C'est le dernier anneau de la chaîne. Un astre, comme la Lune [1], perd son eau et son atmosphère, se fend et se disloque. De cet astre brisé proviennent les astéroïdes, puis les météorites, matériaux de démolition d'un monde microscopique.

L'Académie des Sciences a solennellement donné son approbation à cette explication de l'origine des météorites lorsqu'elle a honoré d'un de ses prix le jeune et sympathique

---

[1] Suivant M. Stanislas Meunier, dont l'opinion sur ce point est loin d'être universellement adoptée, « la Terre avait autrefois un second satellite, une lune plus petite que la Lune, et qui pour cette raison a traversé plus vite que celle-ci les phases de l'évolution sidérale; cette seconde lune s'est refroidie, a absorbé son océan et son atmosphère, s'est crevassée; enfin elle s'est réduite en morceaux, et ceux-ci, glissant les uns contre les autres et se concassant de plus en plus, se sont, d'après leur densité et leur forme, éparpillés le long de l'orbite parcourue par l'astre d'où ils dérivaient, entourant la Terre d'un anneau dont ils se détachent successivement pour tomber à des époques quelconques ».

naturaliste à qui l'on doit des résultats d'une importance telle, qu'ils ont donné lieu à la création d'une science toute nouvelle : la *Géologie comparée*.

Elle aura eu pour point de départ l'étude des *phénomènes météoritiques*, dernière phase de l'évolution sidérale, et la découverte du mécanisme par lequel la matière des astres morts retourne enrichir ceux qui n'ont pas encore cessé de vivre.

Sans doute c'était une conception pleine de poésie que d'armer le bras vengeur d'un Jupiter de ces pierres qui flamboient, retentissent et projettent sur le sol de mystérieux débris; mais la réalité n'est-elle pas plus grandiose que la fable? Elle nous fait pénétrer dans la structure intime de mondes éloignés, elle nous fournit des indications précieuses sur la composition de roches profondes et inaccessibles du globe que nous habitons, elle répand enfin sur l'avenir qui est réservé à ce globe même des lueurs prophétiques.

La science météoritique réunit donc dans une sorte de synthèse magistrale la science de la terre à la science du ciel.

Canal intérieur en Amérique.

On vient de former en Amérique le projet d'établir une grande voie de communication par eau, dans l'intérieur des terres, entre le golfe Saint-Laurent et le golfe du Mexique. Ce plan serait d'une grande importance pour les États de l'ouest de l'Amérique du Nord. Par cette route, le lac Michigan serait relié au Mississipi par un canal assez profond pour donner passage à des bâtiments de 2500 à 2800 tonnes.

La première partie de ce plan consiste à élargir le canal actuel entre Chicago et Joliet sur une distance de 35 milles. A ce point il rencontrera les rivières de Desplaines et de l'Illinois, qui seront adaptées au système général par des barrages et des écluses. La troisième section, sur une distance de 227 milles, entre La Salle et Grafton, ne demandera que des améliorations dans la rivière de l'Illinois.

Dans la totalité du canal, il y aura dix-sept écluses, chacune de 350 pieds de long et de 75 pieds de large, et environ vingt barrages. Le coût de l'ensemble des travaux est évalué à 18196918 dollars. Cette voie de communication par eau ouvrira un débouché à une masse considérable de produits, et, par suite de la réduction du fret sur les matières encombrantes, on compte recouvrer promptement le capital qui aura été déboursé. (*Revue industrielle.*)

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

1er AOUT 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 18.

NOTE SUR LES INFLUENCES THERMOMÉTRIQUES ATTRIBUÉES AUX ASTÉROÏDES MÉTÉORIQUES; par Dom **Lamey**.

L'hypothèse d'une influence thermométrique des météorites sur notre atmosphère est déjà ancienne; elle se trouve mentionnée dans une petite brochure assez rare, de 1612, adressée à Cornélius van der Mil et intitulée *De maculis in Sole animadversis* (Raphelengii, in-4°, p. 12-13). L'auteur en parle à propos de la célèbre offuscation du Soleil observée, l'an 1547, en France, en Allemagne et en Angleterre, et qui dura quatre jours, à partir du 22 avril. Mais c'est surtout depuis la fin du siècle dernier que diverses modifications de cette hypothèse ont été proposées. Leur multiplicité et leur incertitude n'ont fait qu'amener dans beaucoup d'esprits le doute et la confusion. Le but de ces pages est de les examiner une à une et d'établir ensuite par quelques arguments nouveaux celle que j'ai proposée en 1876 et contre laquelle aucune objection sérieuse n'a été émise. On verra qu'à peu près toutes ont leur valeur, les unes pouvant expliquer les modifications passagères de la température, les autres rendant plus particulièrement compte des grandes anomalies thermiques, périodiques ou non périodiques, aujourd'hui indiscutables en Météorologie.

I. M. l'abbé Raillard a indiqué celle-ci en 1859 : lorsque les météorites, venant de leur aphélie, rencontrent la Terre, étant à une température très basse, elles enlèvent à notre atmosphère une grande quantité de chaleur et produisent ainsi un abaissement du thermomètre; quand au contraire elles viennent du périhélie, échauffées par le Soleil, elles élèveront à leur tour la température de l'enveloppe gazeuse de la Terre.

Ce raisonnement est assurément très logique, mais, comme hypothèse tendant à expliquer les anomalies périodiques de janvier, d'avril, d'août et de septembre, il est insuffisant. La

raison en est qu'à ces époques on ne remarque pas toujours ou un excès de froid ou un excès de chaud, mais l'un et l'autre souvent à des intervalles de jours assez rapprochés.

II. Pour expliquer les excès de chaleur, on a fait intervenir les combinaisons chimiques. Le fer des météorites, en s'oxydant dans notre atmosphère, s'échauffe. On a en effet constaté dans la plupart des aérolithes une température très élevée et des boursouflures dénotant évidemment une combinaison chimique. A cette hypothèse, même objection qu'à la première.

III. M. Silbermann a proposé, en 1873, une troisième explication beaucoup plus sujette encore à caution; elle est fondée sur la direction des météorites par rapport à celle de la Terre. La température s'abaisserait quand les deux mouvements seraient dans le même sens; elle s'élèverait quand les mouvements seraient en sens contraire. Cette explication est très admissible quand il ne s'agit que de modifications plus ou moins grandes de la température du jour; elle ne saurait expliquer les anomalies de date fixe, l'été de la Saint-Martin par exemple : on constate à cette époque que la douceur de la température est limitée à une certaine latitude; M. Quetelet a démontré que pour Bruxelles on observait au contraire un froid assez intense.

IV. Chladni disait dans son Mémoire de 1794, en parlant des bolides : « Leur mouvement, d'une rapidité extrême, étant encore accéléré par la force d'attraction de la Terre, doit nécessairement, au moyen des frottements des molécules de l'air, exciter dans une telle masse un degré de chaleur et d'électricité capable de la mettre dans un état d'incandescence (¹). »

Cette explication a été longtemps en vogue, et tout naturellement on s'en est servi pour rendre compte des chaleurs excessives observées parfois à l'époque de la prédominance des étoiles filantes. Mais ici encore cette théorie n'explique qu'une partie du phénomène, puisqu'elle ne saurait donner raison des anomalies du froid.

V. En 1811, Benzenberg émettait une opinion beaucoup plus rationnelle : « L'incandescence des globes de feu, disait-il, peut être le résultat soit d'une combustion, bien qu'il soit difficile de l'admettre dans un air si raréfié, soit du *frottement*, comme on le croit généralement. Je pense qu'elle est plutôt due à la *compression* de l'air, de même que dans nos briquets d'invention récente, où l'air produit du feu par le seul fait de la compression (²). » Chladni admettait parfaitement, en 1817,

(¹) DELAUNAY, *Notice sur la constitution de l'univers* (*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1870, p. 578).

(²) *Ibid.*, p. 579.

ce refoulement de l'air, qu'il supposait parfois assez considérable pour réagir sur le bolide et le renvoyer dans la direction d'où il était venu ([1]) !

Cet exposé est, comme on le voit, le résumé de ce qui a été dit plus haut; on peut lui faire la même objection : il ne peut pas expliquer les refroidissements périodiques de l'atmosphère.

VI. En 1877, M. Govi fit paraître une Note relative à la chaleur que les météorites peuvent dégager par leur mouvement au travers de l'atmosphère ([2]). Il est évident qu'il doit y avoir dans ce cas transformation de mouvement en chaleur et réciproquement; la masse d'air accumulée et comprimée en avant du météore doit assurément s'échauffer; mais, par contre, il ne faut pas oublier qu'il doit se faire en arrière du météore un *vide*, et par conséquent une dilatation plus grande de l'air environnant, ce qui, en définitive, donnera du froid. C'est une reprise de l'idée de Benzenberg; elle ne peut expliquer ces anomalies de température si connues des météorologistes. Du reste, tel ne semble pas être le but de la Note de M. Govi.

VII. Toutes ces hypothèses sont impuissantes à expliquer les grandes anomalies de température, et, de plus, elles n'accordent une influence aux météorites qu'en tant que celles-ci pénètrent dans l'atmosphère. La théorie que j'ai proposée est beaucoup plus générale, et, sans exclure les explications précédentes, elle ne les suppose pas. Voici en quoi elle consiste. Lorsqu'un essaim de météorites s'interpose entre le Soleil et la Terre, une certaine région de notre planète est offusquée par cet essaim; il produit une ombre ou pénombre plus ou moins intense et plus ou moins étendue selon la densité de cet essaim et selon son rapprochement plus ou moins grand de notre globe. La région éclipsée subit donc un abaissement de température; cette région, à peu près circulaire si l'essaim est globulaire, s'étendra au contraire sous forme de zone si l'essaim est lui-même allongé, en queue de comète par exemple. Mais, en deçà et au delà, certaines régions du globe, non offusquées, recevront, outre la chaleur venant directement du Soleil, un surcroît calorifique provenant des rayons solaires réfléchis par l'essaim. Si la Terre se trouve située entre le Soleil et l'essaim, alors il ne pourra y avoir que surcroît de chaleur pour tout le globe, les rayons solaires qui directement n'atteignent pas la Terre venant à y être réfléchis par la surface réfléchissante de l'essaim.

VIII. Le travail à faire pour établir sérieusement cette théorie

---

([1]) Coulvier-Gravier et Saigey, *Recherches sur les étoiles filantes*, p. 41. Paris, 1847; in-8°.

([2]) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. LXXXV, p. 451-454.

est long et difficile. Il s'agit en effet de prouver la corrélation directe de cause à effet par les deux points suivants à démontrer : 1° à toute époque d'anomalie de température correspond un maximum d'apparition de météorites; 2° les périodes de température ont même amplitude que celles des météorites. Ce travail est commencé, mais il est loin d'être achevé, et il ne pourra jamais l'être d'un seul trait; aussi je me propose de publier d'année en année les conclusions partielles auxquelles je serai arrivé. Le nombre des dates d'apparition constante d'étoiles filantes est considérable, et la difficulté est d'autant plus grande, qu'il ne s'agit pas seulement de constater les dates constantes des *étoiles filantes*, mais aussi la simple approche des essaims, encore qu'ils ne pénètrent pas dans l'atmosphère pour produire le phénomène d'étoiles filantes. J'ai été assez heureux d'observer à deux époques l'essaim des Perséides, alors qu'il était encore à plusieurs jours de marche de la Terre. Ainsi, le 7 août 1873 ([1]), j'observais en moins de deux heures jusqu'à cent trente-trois météores dans le champ du télescope. Le 4 et le 5 août 1876 ([2]), en un peu moins de temps, j'en notais cinquante-six. Cela montre assez ce que ces essaims, que nous soupçonnons à peine, sont capables de produire.

IX. La difficulté est considérable pour constater l'identité de période entre les étoiles filantes et les anomalies de température. Après bien des recherches, je suis arrivé à ce résultat probable, à savoir que la période de même allure thermométrique, très bien constatée pour telle et telle année, se perd complètement pour certaines années intermédiaires. Il semble qu'il existe une sorte d'incommensurabilité entre le mouvement de la Terre et des météorites. Cela provient peut-être du mouvement de rotation de la Terre; au bout de la période, notre planète rencontre de nouveau l'essaim à un même point de son orbite, mais les régions géographiques de la surface ne se trouvent plus dans la même situation.

X. Notons ici un fait capital : il existe des époques fixes, dispersées dans le cours de l'année et remarquables par leur température anomale; à ces époques il fait, le plus souvent, ou plus chaud ou plus froid que de raison, eu égard seulement à la déclinaison du Soleil. Dès 1853, M. A. Quetelet soupçonnait ce singulier phénomène d'un antagonisme de température ([3]). Du reste, le bon sens populaire l'avait signalé depuis longtemps

---

([1]) *Du passage des astéroïdes météoriques sur le disque de la Lune* (*Les Mondes*, 20 novembre 1873).

([2]) *Bulletin de l'Association scientifique.*

([3]) *Mémoire sur les variations périodiques et non périodiques de la température*, p. 44. Bruxelles, in-4°.

déjà, mais sans éveiller l'attention des savants. Voici quelques dictons populaires qui en font foi :

Pour le 22 janvier,

> A la Saint-Vincent
> L'hiver s'en va ou se reprend;

Pour le 2 février,

> La veille de la Chandeleur,
> L'hiver repousse ou prend vigueur;

Pour le 24 février,

> Saint Mathias
> Casse la glace;
> S'il n'y en a pas
> Il en fera.

XI. Cet antagonisme existe donc; mais, dans une quantité de publications météorologiques, les auteurs les font disparaître dans les réductions par moyenne. Les excès de chaud joints aux excès de froid donnent pour moyenne une température qui n'offre plus rien d'anomal. C'est ainsi que M. Faye, traitant la question qui nous occupe, a cru pouvoir la trancher négativement, en réduisant en moyenne les températures anomales du 11 au 13 mai (¹). Comme je l'ai dit plus haut, l'interposition d'un essaim doit produire un centre d'abaissement thermométrique accompagné d'au moins deux portions surchauffées, lorsque l'on considère une certaine surface du globe à *un moment donné;* mais si, au lieu de considérer plusieurs points du globe en un même instant, on vient à considérer un seul point du globe à des instants successifs, on devra observer à tel jour élévation excessive du thermomètre, puis le lendemain ou surlendemain abaissement excessif, puis quelques jours après retour de la chaleur; ces alternatives seront plus ou moins brusques suivant les mouvements combinés de l'essaim et de la Terre. Ici encore une moyenne prise pour ces différents jours devra faire disparaître l'anomalie.

Soit dit en passant, l'ignorance de cet antagonisme de température pourrait jouer plus d'un mauvais tour à celui qui, se basant sur le retour probable de ces époques d'anomalie, voudrait prédire la température pour tel jour; il se pourrait qu'au lieu d'un froid prédit un chaud excessif survînt, et c'est, je l'avoue, ce qui m'est arrivé à moi-même, alors que je n'avais pas suffisamment constaté cet antagonisme. Je prédisais à mes confrères, pour tel jour d'hiver, un froid excessif, et voilà justement que la température devenait extraordinairement douce!

XII. Il reste donc bien à faire avant de pouvoir déterminer

(¹) *Notice sur la Météorologie cosmique* (*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1878, p. 670 et 671).

avec certitude le retour du même phénomène. J'ai depuis quelques années entrepris ce travail, et, bien qu'il soit loin d'être avancé, tant par manque de temps que par pénurie des documents météorologiques d'une durée assez étendue, certaines périodes ont pu être constatées avec évidence. On pourra donc un jour prédire bien à l'avance l'état thermique de tel jour, tout comme cela se fait pour une éclipse de Lune ou de Soleil. Malheureusement la Météorologie cosmique est encore tenue en grande méfiance dans le monde savant, et cependant ce ne sera que par le concours de tous qu'elle pourra progresser. Une des plus grandes difficultés pour constater les périodes provient des variations introduites dans les phénomènes par la latitude et très probablement aussi par la longitude. L'effet d'une offuscation régionale avec réverbération de part et d'autre s'est manifesté d'une manière remarquable au mois de juillet de l'année dernière. Tandis que la température moyenne était à certains jours relativement très basse sous la latitude de Paris, elle atteignait une hauteur énorme en Algérie, allant parfois à l'ombre au delà de 40°. D'autre part, en Suède, la température était très élevée, atteignant celle du midi de la France.

XIII. Les Cartes du *Bulletin international de l'Observatoire de Paris* offrent plusieurs autres exemples de ce genre. Les lignes isothermes suivent des directions qui varient insensiblement d'un jour à un autre et dont l'inclinaison générale semble parcourir un cycle plus ou moins complet. Ainsi, par exemple, j'ai fait le relevé des inclinaisons moyennes comprises entre le 24 avril et le 5 juin 1878 : ces lignes font avec les parallèles des angles variant toujours dans le même sens, en sorte que pendant ce laps de temps elles ont passé par toutes les valeurs comprises entre 0° et 180°.

XIV. Ces Cartes révèlent parfois un autre fait caractéristique : on remarque à telle latitude un petit centre d'abaissement thermométrique, accompagné, de deux côtés opposés, de centres d'élévation. Il est difficile de ne pas y reconnaître la conséquence du passage d'un essaim globulaire, produisant une offuscation centrale et de part et d'autre une réverbération.

Ces divers phénomènes ne sont pas toujours très saisissants, à cause de l'étendue insuffisante des Cartes, et aussi peut-être parce que l'heure de 7^h du matin, adoptée pour la rédaction des Cartes, élimine par trop l'effet d'offuscation et de réverbération produit par l'action combinée des essaims et des rayons solaires.

Travaux récents relatifs aux anesthésiques; par M. Charles Richet.

Depuis que les dentistes américains Wells, Morton et Jackson eurent démontré, de 1844 à 1846, qu'on peut, par l'inhalation de certaines substances, abolir la douleur dans les opérations chirurgicales, d'innombrables travaux ont été faits pour déterminer l'action des anesthésiques. Après bien des péripéties, l'éther sulfurique (oxyde d'éthyle), et surtout le chloroforme, ont été définitivement employés par les chirurgiens au détriment des autres substances analogues. Mais, dans ces derniers temps, on a revendiqué pour d'autres corps que le chloroforme et l'éther le droit d'être employés dans l'anesthésie chirurgicale.

On sait maintenant très bien en quoi consiste l'action d'une substance anesthésique. Lorsqu'une petite quantité de chloroforme est introduite dans le sang, ce chloroforme n'agit ni sur le sang, ni sur les muscles, ni sur les nerfs, mais sur le système nerveux central, et, dans le système nerveux lui-même, sur les cellules de la substance grise. Le premier effet paraît être une excitation de la substance grise cérébrale et médullaire. La seconde période, au contraire, est caractérisée par l'abolition des fonctions de la substance grise. Cette seconde période peut elle-même être divisée en deux temps, suivant que toute la substance grise est paralysée ou qu'il y a encore conservation de l'activité des centres nerveux respiratoires.

On a supposé, et tout porte à croire que cette supposition est vraie, que, si les anesthésiques exercent ainsi sur les centres nerveux une sorte d'affinité élective (comme l'oxyde de carbone pour les globules du sang), cela tient à une véritable combinaison chimique s'effectuant entre la substance anesthésique d'une part, et, d'autre part, le protoplasma de la cellule nerveuse. Dès lors, il n'est pas étonnant qu'on ait constaté des cas de mort après toutes les anesthésies chirurgicales, quelles que soient les substances anesthésiques employées. Comment pourrait-on, en effet, concevoir une substance agissant assez énergiquement sur la moelle et le cerveau pour abolir complètement leurs fonctions, sans qu'à une dose plus forte il y ait intoxication plus profonde, et assez profonde pour paralyser l'innervation de la respiration et du cœur.

Le problème peut donc être posé ainsi : *Quelle est de toutes les substances anesthésiques celle qui agit le moins sur l'innervation du cœur et sur le cœur lui-même ?* En effet, la paralysie de l'innervation respiratoire n'a pas les mêmes inconvénients que la paralysie de l'innervation cardiaque. Lorsque la

respiration s'est arrêtée, elle peut être toujours rétablie par la respiration artificielle, tandis que le cœur, lorsqu'il a une fois cessé de battre, ne peut plus reprendre ses mouvements. On ne peut pas faire une circulation artificielle comme on fait une respiration artificielle. Le meilleur anesthésique sera donc celui qui agira le moins sur le cœur.

D'autres considérations ont aussi une grande importance dans le choix d'un bon anesthésique. Il faut d'abord qu'il soit facile à manier et peu coûteux. Il faut ensuite que l'anesthésie ne soit pas trop longue à se produire, qu'elle se dissipe au bout de deux à trois minutes après la cessation des inhalations. En dernier lieu, il ne faut pas que la période d'excitation soit trop marquée, que des vomissements aient lieu pendant ou après l'opération, et qu'il y ait, dans les heures qui suivent l'opération, de la céphalalgie, de l'oppression ou du malaise.

Le chloroforme présente de grands avantages : cependant il a bien aussi de graves inconvénients. Le principal est que, dans certaines conditions encore assez mal déterminées, il provoque rapidement, dès les premières inhalations, un état syncopal, voisin de la mort et qui, souvent même, se termine par la mort. Il n'est presque pas de chirurgien, ayant pendant vingt à trente ans pratiqué la chirurgie dans un grand hôpital, qui n'ait à déplorer quelque cas de mort par le chloroforme. D'ailleurs, avec le chloroforme, la période d'excitation est assez longue (au moins chez les adultes) et les vomissements sont très fréquents. L'éther a les mêmes désavantages que le chloroforme; de plus, c'est une substance très volatile et très inflammable, ce qui la rend dangereuse à manier, et l'anesthésie qu'elle amène ne survient qu'au bout d'un temps relativement très long. Ainsi, on conçoit qu'on puisse trouver et qu'on doive chercher des anesthésiques meilleurs que le chloroforme et l'éther.

Mais quelles sont les substances qui agiront comme anesthésiques sur le système nerveux? Déjà Flourens (de 1847 à 1850), en étudiant les propriétés des composés éthyliques, méthyliques, des hydrocarbures et de leurs dérivés, avait reconnu que presque tous ces corps sont anesthésiques. D'après lui, le chlorure d'éthyle, l'éther chloré, la liqueur des Hollandais et d'autres éthers encore sont des succédanés du chloroforme et agissent comme cette substance. Snow recommanda l'amylène. On a même été jusqu'à parler de l'acide cyanhydrique. M. Ozanam formula cette loi (1859) : *Tous les corps carbonés, volatils ou gazeux, sont doués d'un pouvoir anesthésique d'autant plus considérable qu'ils renferment plus de carbone.* On peut considérer cet axiome comme manifestement erroné. Il s'ensuivrait, en effet, que l'essence de térébenthine serait plus anesthésique que le chloroforme, etc.

On peut dire d'une manière générale que tous les composés carbonés, volatils ou gazeux, et insolubles dans l'eau, sont anesthésiques, sans que cependant cette loi ne comporte quelques exceptions. J'ai fait, sur ce point, quelques expériences qui tendent à confirmer cette hypothèse. En plaçant des grenouilles dans de l'eau contenant en suspension $\frac{10}{10000}$, $\frac{8}{100000}$, $\frac{4}{100000}$, $\frac{2}{100000}$, $\frac{1}{10000}$ d'éther insoluble, j'ai pu constater que presque tous ces éthers étaient anesthésiques. Sont peu anesthésiques les éthers acétique et formique, qui sont assez solubles dans l'eau. L'oxyde d'éthyle, qui est assez soluble dans l'eau, est loin d'avoir des propriétés anesthésiques aussi puissantes que l'éther benzoïque, très peu soluble.

Ce dernier éther, à dose très minime, anesthésie très bien les grenouilles. Lorsqu'on plonge une grenouille dans de l'eau ne contenant que $\frac{1}{10000}$ (soit $0^{gr},1$ dans 1^{lit} d'eau) d'éther benzoïque, au bout d'une heure environ elle est tout à fait anesthésiée. Les muscles et les nerfs ont conservé leur irritabilité, mais la moelle et le cerveau sont tout à fait paralysés. Remis dans de l'eau pure, l'animal revit parfaitement. En comparant l'activité de l'éther benzoïque à celle de quelques autres éthers ou alcools, j'ai vu qu'il était deux fois plus actif que le chloroforme, six à dix fois plus actif que l'oxyde, l'acétate, le formiate, le méthylacétate et l'iodure d'éthyle, et cent fois plus que les alcools éthylique et méthylique.

Malheureusement, l'éther benzoïque, qui anesthésie si bien les grenouilles, n'exerce presque pas d'action sur les vertébrés supérieurs. Berger et moi, nous avons fait respirer à des chiens et à des lapins de l'air saturé de vapeurs d'éther benzoïque, soit en faisant bouillir ce liquide dans une cloche, soit en le projetant en fines pulvérisations. Dans aucun cas, il ne nous a été donné d'observer de l'anesthésie. Il y a donc, ce semble, contradiction entre les expériences sur les grenouilles et les expériences sur les chiens; mais cette contradiction n'est qu'apparente, comme M. Rabuteau l'a bien montré dans une intéressante expérience avec l'éther acétique.

Les vapeurs de cet éther anesthésient les grenouilles et n'agissent pas sur des cochons d'Inde ou des lapins. J'ai répété cette expérience, qui m'a donné les mêmes résultats qu'à M. Rabuteau. L'explication qu'il en a donnée paraît la plus vraisemblable : certains éthers (comme l'éther acétique et l'éther benzoïque) sont décomposés par le sang des animaux à sang chaud, mais la température du sang des animaux à sang froid n'est pas suffisante pour les décomposer en alcool et en l'acide correspondant.

Les deux corps expérimentés récemment par les chirurgiens sont le bromure d'éthyle et le protoxyde d'azote.

Les propriétés anesthésiantes du bromure d'éthyle ont été

découvertes par M. Nunneley (1849) et étudiées aussi en 1851 par M. Ed. Robin ([1]). Cet auteur démontra qu'on peut très facilement anesthésier des oiseaux ou des lapins avec cet éther, qu'il considéra comme très inoffensif. Les chirurgiens américains en ont fait usage dans ces derniers temps; mais c'est surtout aux recherches de M. Terrillon, en France, que nous devons la connaissance exacte des propriétés anesthésiques de l'éther bromhydrique. L'insensibilité survient très vite, et la période d'excitation est courte. De plus, les effets en disparaissent très vite, et, une ou deux minutes après les dernières inhalations, la sensibilité et le mouvement sont revenus.

Le seul inconvénient du bromure d'éthyle paraît être qu'il provoque une formation abondante de mucosités dans la trachée et le larynx, ce qui évidemment gêne la fonction respiratoire.

Il faut attendre, pour juger les mérites définitifs du bromure d'éthyle comme succédané du chloroforme, que les chirurgiens aient fait avec cet agent un nombre suffisant d'expériences. Un fait, cependant, est acquis grâce aux travaux de M. Terrillon : c'est que le bromure d'éthyle est un excellent anesthésique local. En effet, projeté en fine pulvérisation sur la peau, il la rend tout à fait insensible, soit par le froid que produit l'évaporation, soit par l'imbibition locale qui paralyserait les petits nerfs tégumentaires. On peut alors couper la peau et la brûler avec le thermo-cautère, sans que cette opération soit ressentie. Ce que ce procédé a d'avantageux, c'est que les vapeurs de bromure d'éthyle ne s'enflamment pas au contact du platine incandescent, tandis que l'éther, employé autrefois comme anesthésique local, ne peut servir pour les opérations faites avec le thermo-cautère.

M. Rabuteau, dans de récentes expériences, a montré que le bromure d'éthyle agit sur la végétation et qu'il arrête le mouvement nutritif des plantes (germination, etc.), de la même manière que font le chloroforme et l'éther.

En résumé, le bromure d'éthyle ressemble beaucoup, par ses effets et son maniement, au chloroforme. Au contraire, le protoxyde d'azote diffère totalement, quant à son application et à ses effets, des anesthésiques employés jusqu'à ce jour.

Depuis les expériences de Wells, les dentistes américains et européens se servent du protoxyde d'azote (gaz hilarant de Davy). Les physiologistes se sont demandé si l'anesthésie qui survient alors est due à l'asphyxie ou à une propriété

([1]) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. XXXII, p. 649, t. XXXIII, p. 500.

anesthésique du gaz lui-même. Ils ne sont pas arrivés à se mettre tout à fait d'accord. Pour les uns, l'insensibilité, après les inhalations de protoxyde d'azote, est due à la privation d'oxygène, c'est-à-dire à l'asphyxie, comme semblent l'indiquer la turgescence et la couleur violacée de la face. Pour les autres, et il est probable que leur opinion est plus exacte, le protoxyde d'azote agit comme le chloroforme, l'éther, etc., et, se dissolvant dans le sang, va porter son action sur la substance grise du système nerveux central. Quoi qu'il en soit de ces deux hypothèses, on a eu à déplorer des cas de mort par le protoxyde d'azote. Aussi était-il nécessaire de modifier l'emploi de cette substance.

Cette modification a été imaginée de la manière la plus heureuse par M. Paul Bert.

Dans ses recherches antérieures, M. Bert avait montré que les gaz (oxygène et acide carbonique) se *dissolvent* dans le sang proportionnellement à leur pression dans l'atmosphère. Cette loi ne s'applique pas seulement aux corps gazeux contenus normalement dans le sang, mais encore à tous les autres gaz inhalés. Le protoxyde d'azote rentre aussi dans ce cas, et, plus sa pression est élevée, plus il s'en dissout dans le sang.

Or, à une certaine dose dans le sang, au-dessous de 45^{vol} de gaz pour 100^{vol} de sang, il n'y a pas anesthésie. Au contraire, dès que la tension du gaz dans le sang dépasse 45 pour 100, il y a anesthésie. Pour amener le sang à contenir cette proportion de gaz anesthésique, il suffit soit de le respirer pur, ce qui est dangereux et provoque l'asphyxie, soit d'augmenter la pression extérieure.

C'est ce dernier point qui caractérise la nouveauté du procédé de M. Bert. En augmentant la pression, on n'augmente pas seulement la quantité de protoxyde d'azote, mais encore la quantité d'oxygène dans le sang, de sorte que la même cause qui augmente l'anesthésie diminue les chances de l'asphyxie. Le sang contient plus d'oxygène que dans l'état normal et peut contenir autant de protoxyde d'azote que cela est nécessaire pour que l'insensibilité soit complète.

Quelques chirurgiens ont employé cette méthode et en ont obtenu de très bons résultats. L'anesthésie se dissipe très rapidement, aussi vite qu'elle était venue, en une ou deux minutes environ. Le réveil est facile, et les inhalations du gaz ne laissent après elles ni ivresse ni malaise. Le seul inconvénient physiologique, c'est la production de contractures qui surviennent pendant l'anesthésie, alors que la pression n'est pas suffisante. D'ailleurs, ces contractures peuvent être combattues facilement par une légère augmentation de pression. A pression plus forte, le protoxyde d'azote amène une résolution aussi complète que le chloroforme.

Le grand inconvénient de cette méthode, c'est le prix extrêmement élevé de l'immense appareil nécessaire. Il faut une *chambre mobile*, hermétiquement close, et telle que dix à douze personnes puissent s'y tenir à l'aise. Il faut, de plus, une machine à vapeur et une pompe pour élever la pression. Indépendamment de cette question du prix, qui est accessoire lorsqu'il s'agit de la santé et de la vie des hommes, il y a certainement un désavantage réel dans ce fait que l'opérateur et ses aides sont placés dans un bain d'air comprimé, ce qui n'est certainement pas une facilité de plus. Cependant, malgré ces difficultés réelles, comme le point important c'est l'innocuité, et que le protoxyde d'azote, administré sous pression, paraît être absolument inoffensif, on peut supposer que la méthode de M. Bert remplacera, dans quelques hôpitaux de Paris, les méthodes jusqu'ici employés, et cela au bénéfice de la sécurité des malades.

Il est rare, dit-on, qu'un progrès dans la Thérapeutique soit dû à une induction ou à une théorie scientifique : voilà pourtant un exemple éclatant du contraire.

(*Revue scientifique* du 26 juin 1880.)

De l'immunité pour le charbon, acquise a la suite d'inoculations préventives; par M. **H. Toussaint.**

Les nombreuses expériences que j'ai faites dans ces dernières années sur la maladie charbonneuse m'ont démontré que la bactéridie, lorsqu'elle est introduite dans l'économie des animaux aptes à contracter le charbon, ne s'y trouve pas dans des conditions absolument normales, quoique son développement se fasse toujours, dans les races françaises du mouton et chez le lapin, d'une façon suffisante pour entraîner la mort. Elle végète néanmoins péniblement, et l'on peut en donner comme preuve qu'elle n'arrive jamais, dans les tissus ou les liquides d'un animal, à parcourir la période complète de son développement : *elle n'y donne jamais de spores; sa multiplication se fait toujours par une division du mycélium.*

D'un autre côté, certains animaux ne contractent jamais le charbon, quoique leurs conditions de vie paraissent semblables à celles des espèces qui le prennent avec la plus grande facilité : tel est le porc. Enfin, d'autres animaux deviennent facilement charbonneux dans leur jeunesse et perdent cette faculté dans l'âge adulte ou dans la vieillesse : telles sont les espèces du chien, du cheval, de l'âne, chez lesquels les jeunes sujets succombent toujours à l'inoculation, tandis que plus tard un grand nombre résistent.

M. Chauveau a même démontré que, dans une race de

moutons d'Algérie, le plus grand nombre des sujets est réfractaire à l'infection bactéridienne.

Ces diverses observations m'ont donné l'idée de chercher à mettre l'organisme dans des conditions telles que la bactéridie n'y trouve plus les conditions de son développement, et j'ai fait de nombreuses expériences dans ce but. Après des essais infructueux, je suis enfin arrivé, avec un moyen d'une grande simplicité, à empêcher la bactéridie de se multiplier chez les jeunes chiens et chez le mouton; en d'autres termes, je puis vacciner actuellement des moutons qui résistent aux inoculations et aux injections intra-vasculaires de quantités considérables de bactéridies, que ces bactéridies soient à l'état de spores et obtenues par culture, ou qu'elles soient à l'état d'articles courts comme on les trouve dans le sang des animaux qui viennent de mourir.

Voici le récit des expériences terminées jusqu'à présent et qui démontrent pleinement l'assertion que je viens de faire.

Chiens. — Je me suis assuré que les chiens, de la naissance jusqu'à six mois, contractent très facilement le charbon par de simples piqûres, et qu'ils meurent en présentant de très grandes quantités de bactéridies dans le sang, en même temps que des lésions locales et ganglionnaires extrêmement graves.

Huit jeunes chiens de chasse, provenant de trois mères, ont été mis en expérience. Quatre ont été vaccinés par le procédé que j'adopte, et quatre ne l'ont pas été. J'avais choisi mes animaux de telle sorte que dans l'un et l'autre lot il y eût des frères.

Les quatre animaux vaccinés ont résisté à quatre inoculations successives par piqûres ou injections de sang charbonneux sous la peau.

Les quatre témoins non vaccinés ont succombé à la première inoculation en deux à quatre jours, avec œdème considérable autour du point d'inoculation; le ganglion le plus rapproché avait augmenté de dix à quinze fois son volume primitif; il était farci de bactéridies : leur nombre dans le sang dépassait celui des globules.

A la première inoculation de charbon, les animaux vaccinés eurent un peu de fièvre, et chez deux il y eut un très léger œdème au point inoculé. Les autres piqûres d'inoculation se comportèrent comme des plaies simples.

Moutons. — Ils appartiennent tous à la race du Lauraguais, sur laquelle le charbon dit *spontané* fait souvent de grands ravages. Mes expériences ont porté sur onze de ces animaux. Cinq furent inoculés du charbon *une seule fois*, mais à diverses époques, et en moururent en deux ou trois jours. Je n'ai jamais vu d'ailleurs aucun mouton de cette race, qui sert depuis

trois ans à mes expériences, résister aux bactéridies, quelle que fût la quantité inoculée.

Les six animaux restants ont été inoculés préventivement. Après une seule vaccination, deux furent inoculés du charbon et l'un d'eux mourut avec les caractères ordinaires. Je fis aux cinq qui restaient une nouvelle vaccination, et, depuis un mois environ, j'ai fait à chacun trois inoculations sous-cutanées avec du sang charbonneux de chien, de lapin, de brebis et une inoculation de spores sans provoquer aucun phénomène ni local ni général (¹).

L'absence de phénomènes locaux m'indiquait que le sang lui-même devait être impropre à la reproduction des bactéridies. J'ai, en effet, introduit dans la veine faciale de quatre de ces animaux deux à trois gouttes de sang de lapin, ce qui, vu le nombre des parasites, représentait pour chaque animal un total d'environ deux cents millions de bactéridies introduites directement dans le sang. Ces quatre moutons n'ont présenté aucun phénomène morbide.

Aujourd'hui les cinq animaux sont bien portants et ne se ressentent nullement de la vaccination ou des diverses inoculations qui l'ont suivie. Ils seront remis dans un troupeau, et je me propose de les inoculer de temps en temps pour déterminer la durée de cette innocuité. Je puis cependant déjà annoncer qu'elle dure plus de deux mois, les trois chiens et une brebis ayant été inoculés pour la première fois au commencement de mai et pour la dernière le 1er et le 6 juillet.

Note sur la production du charbon par les paturages; par M. Poincaré.

Je crois devoir faire connaître immédiatement les premiers résultats d'expériences que je me propose de poursuivre, parce qu'ils se rattachent à la Communication si intéressante de M. Pasteur sur l'étiologie du charbon (²).

Dans une ferme isolée des environs de Nancy, dix-neuf bêtes à cornes moururent du charbon dans l'espace de trois semaines. M. Tisserand, vétérinaire, ayant remarqué que l'herbe du pré où les animaux de la ferme allaient pâturer était constamment mouillée par un liquide d'apparence marécageuse, pensa que là pouvait se trouver la cause de cette épizootie locale, d'autant plus que l'isolement absolu du troupeau semblait exclure tout autre mode de production. Il engagea le fermier à ne plus

(¹) Chaque fois que l'on inoculait un animal vacciné, on s'assurait de l'activité du charbon en inoculant un ou plusieurs lapins. Ceux-ci ont toujours succombé.

(²) Voir le *Bulletin* du 25 juillet 1880.

mettre ses animaux en pâture. Un autre vétérinaire, consulté, déclara, au contraire, que, pour faire cesser la maladie, le mieux était de ne plus rentrer les bêtes à l'écurie et de les laisser constamment en plein air. L'application de ce dernier conseil donna lieu à trois nouvelles victimes.

M. Tisserand me remit à la fois de l'eau du pâturage et du sang d'un des animaux morts. J'ai trouvé, dans le premier de ces liquides, des bactéridies semblables à celles que renfermait le sang. Mais j'ai cru devoir surtout recourir au réactif physiologique.

Le 30 juin 1880, une injection sous-cutanée d'eau de pâturage fut pratiquée sur un cobaye. Il devint malade dans la journée du 2 au 3 juillet et succomba pendant la nuit du 3 au 4. Son sang, examiné au microscope, présenta l'altération parasitaire décrite par Davaine et fut injecté, le 5 juillet, sur un second cobaye, qui mourut, lui, dans la nuit du 5 au 6. L'autopsie et l'examen microscopique vinrent démontrer la nature charbonneuse de l'affection à laquelle il avait succombé.

Note sur une nouvelle station de l'age de la pierre taillée trouvée a Hanaoueh, près de Tyr (Syrie); par M. **Lortet**, doyen de la Faculté de Médecine de Lyon.

Cette station, située dans les montagnes à l'est de Tyr, présente une particularité remarquable. M. Lortet y a trouvé, empâtés dans une roche extrêmement dure, des myriades de silex taillés, ainsi que de nombreux fragments d'os et de dents.

Ce conglomérat constitue de gros blocs, isolés au milieu d'un terrain calcaire, qui paraissent s'enfoncer profondément en terre. De nombreux silex grossièrement taillés, et parmi lesquels M. Lortet a reconnu des pointes et des racloirs du type dit *Moustiérien*, jonchent le sol d'alentour, et les ossements brisés dont nous venons de parler paraissent se rapporter au genre *Cervus*, *Capra* ou *Ibex*, *Bos* et *Equus*.

Il y a lieu de croire que cette station humaine est d'une très haute antiquité et que les conglomérats susmentionnés se sont formés dans des cavernes ou excavations habitées par les Proto-Phéniciens, auxquels M. Lortet attribue aussi de grossières sculptures taillées à la surface de rochers avoisinants, et représentant des figures humaines de $0^{m},01$ à 1^{m} de hauteur.

On trouvera plus de détails à ce sujet dans un Mémoire qui sera adressé prochainement à l'Académie des Sciences et qui paraîtra probablement dans les *Comptes rendus* de cette Compagnie savante.

Bolide observé au Caire le 2 juillet, par MM. **Péaud** et **Marie**, ingénieurs civils des Mines. Note communiquée par M. le contre-amiral Mouchez, directeur de l'Observatoire de Paris.

Le vendredi 2 juillet, à $10^h 35^m$, par une nuit claire, un bolide, d'une grandeur et d'une lumière exceptionnelles, a traversé le ciel.

Je n'ai pu observer le phénomène attentivement, car je lui tournais le dos.

Je fus frappé subitement par un faisceau lumineux, blanc bleuâtre, qui projeta ses rayons sur le sol, sur les arbres et sur les maisons qui me faisaient face.

M. Marie, ingénieur des Mines au service du khédive, assis en face de moi et devant le point d'apparition du bolide, s'écria : « Voici un bolide ! » Il fut enveloppé et aveuglé par cette projection subite de lumière.

Je me retournais brusquement et ne pus constater que la disparition de trois fusées *très lumineuses* dans le chariot de la Grande Ourse.

M. Marie affirme avoir vu le bolide se former près de la Polaire et se diriger suivant une courbe peu accentuée vers le Chariot, où il s'est éteint.

Une autre personne était présente, M. J. Bourgoin, professeur à l'École des Beaux-Arts, à Paris; mais, les regards distraits en ce moment, il n'a pu voir aussi distinctement que nous ce qui s'était passé.

Je regrette, monsieur le Directeur, de ne pouvoir vous donner des notes plus complètes et plus précises sur ce phénomène céleste, que l'on a dû certainement vous signaler, car, vu sa grandeur, il a dû être remarqué à une fort grande distance, en Syrie, en Grèce et à Constantinople.

Curiosités statistiques.

Le nombre des langues qui se parlent dans le monde connu est de 2523, dont 587 en Europe, 396 en Asie, 376 en Afrique, et 1264 en Amérique.

Les habitants du globe professent 1000 religions différentes.

Le nombre des hommes est à peu près égal à celui des femmes.

Un quart des enfants meurent avant d'avoir atteint l'âge de 7 ans, la moitié avant la dix-septième année. Sur 1000 personnes, il y a un centenaire. La terre est peuplée d'un milliard d'habitants; tous les ans, il en meurt 333 millions.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

---

8 AOUT 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 19.

La ramie. Mémoire présenté à la Société scientifique et industrielle de Marseille par M. **E. Lombard**, ingénieur.

C'est en 1844 que la ramie fut apportée pour la première fois en France, par M. Leclancher, chirurgien de marine. Pendant longtemps, elle resta un objet de curiosité scientifique dans les jardins publics. Mais l'emploi important que l'Angleterre fait des fibres de cette plante dans ses manufactures de tissage attira l'attention de nos industriels d'abord, puis de nos agriculteurs, si cruellement frappés par les ravages du Phylloxera. Des essais de culture de la ramie ont été entrepris dans plusieurs de nos départements, et surtout dans celui de Vaucluse, où la perte de la garance et de la vigne ont porté la misère dans bien des localités agricoles. Ces essais ont réussi au point de vue purement agricole. La ramie vient parfaitement dans nos terres, lorsqu'elles sont arrosées à sa convenance; malheureusement son traitement industriel n'est pas encore suffisamment avancé pour utiliser les produits de l'agriculture.

La plante appelée vulgairement *china-grass* en Angleterre et *ramie* en France est une ortie; on n'est pas bien fixé encore sur la classe dans laquelle elle doit être placée. Est-ce parmi les *Urtica* ou parmi les *Bœhmeria*. La différence entre les *Bœhmeria* et les *Urtica* consiste surtout dans la forme des fleurs et en ce que les premières ne sont pas pourvues de poils irritants, caractère qui distingue les secondes. La ramie ne présentant pas ce caractère, nous la regarderons comme une *Bœhmeria*.

On connaît plusieurs variétés de *Bœhmeria;* mais les deux réellement utiles et qui se sont le mieux acclimatées en France sont la *Bœhmeria utilis*, originaire du Bengale, et la *Bœhmeria nivea*, originaire de la Chine.

Le caractère principal qui distingue ces deux variétés est que la *Bœhmeria nivea* a la face inférieure de ses feuilles d'un

blanc nacré, tandis que sa congénère a ses feuilles vertes sur les deux faces.

La *Bœhmeria nivea* est inférieure comme qualité à la *Bœhmeria utilis;* ses tiges croissent moins haut, se multiplient en moins grand nombre sur la même plante et ont plus de tendance à se ramifier, ce qui est un grave inconvénient pour la décortication.

De plus, si l'été n'est pas assez chaud, la deuxième coupe n'est pas utilisable.

Les fibres de la *Bœhmeria nivea* sont moins souples, moins brillantes, moins abondantes que celles de *la Bœhmeria utilis;* par suite, il y a tout intérêt à planter la *Bœhmeria utilis* de préférence à la *Bœhmeria nivea,* lorsque les conditions dans lesquelles on se trouve le permettent.

En effet, souvent la *Bœhmeria utilis* ne peut pas être plantée là où sa congénère vient très bien, rachetant ainsi son infériorité au point de vue du rendement agricole et du produit industriel par une vivacité plus grande.

L'origine même de la ramie indique que, venant des pays chauds, elle ne peut s'acclimater facilement que dans les régions chaudes ou tempérées. Cependant elle résiste assez bien au froid, puisqu'on estime que, pourvu que la température de la terre ne s'abaisse pas à 6° au-dessous de zéro, la culture est possible. Tous nos départements du Midi sont dans ces conditions de température. Du reste, les essais faits dans ces dernières années dans la Crau, pour le département des Bouches-du-Rhône, dans les départements de Vaucluse, de l'Hérault et des Pyrénées ont prouvé que l'acclimatation de la ramie était un fait acquis.

Nature du terrain. — La ramie vient à peu près dans tous les terrains; mais, pour que ses fibres soient de bonne qualité et d'un rendement avantageux, il faut que le sol possède les qualités suivantes : léger, bien meublé, bien labouré et moyennement humide. Ces conditions ne peuvent être obtenues que dans une plaine; sur la pente d'une colline, le sol est ordinairement peu profond et difficile à irriguer. Donc il faut choisir de préférence une plaine ayant une inclinaison suffisante pour permettre un facile écoulement des eaux, afin que la plante ne séjourne pas dans l'eau un temps trop long.

La ramie pousse des racines à une profondeur assez grande, $0^{m},25$ à $0^{m},30$, pour chercher sa nourriture; il faut, par suite, lui donner un bon sous-sol, ce que l'on obtiendra par un labour profond de $0^{m},35$ à $0^{m},40$ en long et par un labour ordinaire en travers, pour finir de bien ameublir le sol. Une plante qui doit rester huit à dix ans dans le même terrain demande que ce terrain soit bien préparé avant de la recevoir, afin qu'elle puisse y trouver facilement sa nourriture et pour que

ses racines, essentiellement pivotantes, ne soient pas trop tôt arrêtées par un sous-sol dur et résistant.

Comme exemple de terrain convenant bien à la culture de la ramie, nous citerons les terrains marécageux desséchés, les terrains d'alluvion.

Lorsque les terres sont trop fortes, il convient de les rendre plus légères en les mélangeant avec du sable vaseux : en effet, dans un terrain trop fort, la plante acquiert une grande puissance en matière ligneuse, au détriment de la fibre. Un terrain complètement argileux est tout à fait impropre à la culture de la ramie. Les qualités de terrain étant indiquées, voyons les dispositions qu'il faut lui donner pour que la plante y végète à son aise et s'y développe : d'abord, un abri contre les vents du nord pour protéger les plantes, puis une disposition propice à un arrosage facile; la ramie, étant une plante à feuilles abondantes et larges, demande beaucoup d'eau.

Arrosage. — Il faut arroser les plantes de ramie au moins deux fois par mois; la terre doit être constamment humide, sans aller jusqu'à l'inondation cependant, parce que les jeunes plantes se pourriraient au bout d'un certain temps d'immersion.

L'arrosage doit cesser au moins quinze jours avant la coupe de la récolte, afin de donner le temps aux tiges de se fortifier, de mûrir et de perdre leur eau. Pour les mêmes raisons, il faut procéder à la coupe par un temps sec, parce que, si l'on empile les tiges de ramie humides, elles ne tardent pas à se pourrir.

Engrais. — La ramie demande une bonne fumure pour se développer; on peut employer, à cet effet, le fumier de ferme mélangé avec des débris de feuilles de la plante, ou encore un engrais chimique ayant pour bases principales le nitrate de potasse et le phosphate acide de chaux.

Plantation. — Le terrain étant choisi et préparé comme nous venons de le dire, il faut procéder à la plantation. C'est au printemps et en automne qu'elle doit être faite. Généralement on prescrit que les plantes de ramie doivent être placées à une assez grande distance les unes des autres, pour que la plante puisse se développer facilement; la distance indiquée est de 1^{m} à $1^{m},15$ d'une plante à l'autre. C'est une erreur : lorsque les plantes sont trop écartées, les tiges de la circonférence sont très épaisses, elles se chargent en ligneux et la fibre perd de sa finesse. Il est préférable d'opérer de la manière suivante : on creuse à la charrue des sillons parallèles distants les uns des autres de $0^{m},50$, puis sur les versants de ces sillons on fait obliquement des trous, avec un piquet, à une distance de $0^{m},50$ de l'un à l'autre; dans chacun de ces trous on introduit le pied du plant, et on tasse la terre autour, avec le piquet qui a servi à creuser le trou.

Cette opération se fait très rapidement; un homme peut, dans sa journée, planter trois à quatre mille plants.

D'après le mode de plantation, chaque plante occupe un quart de mètre carré, ce qui fait que l'on peut mettre quarante mille plants de ramie dans un hectare.

Dans plusieurs études sur la ramie, nous avons vu que l'on conseillait de planter la ramie en laissant un espace assez grand autour d'elle, pour qu'on pût la débarrasser facilement des mauvaises herbes qui croissent près de sa tige. Dans notre mode de plantation à rangs serrés, cet inconvénient n'est pas à craindre, parce que la ramie occupe si rapidement le terrain qui lui est consacré, qu'elle ne laisse pas aux mauvaises herbes, assez de place pour se développer.

Les insectes et les chenilles qui attaquent les plantes vivaces ne sont pas à craindre pour la ramie, à cause de la grande quantité de tannin qu'elle contient, substance vénéneuse pour les insectes. La ramie est donc une plante précieuse à ce point de vue qu'elle se garde elle-même contre ses ennemis.

Soins à donner à la plante. — A partir de la troisième année, il suffira de faire au moins un labour superficiel à la petite charrue pour soulever et ameublir le sol et éclaircir un peu les racines. Après chaque coupe, on ameublira la terre autour des plantes par un simple binage. Il faut autant que possible multiplier les tiges sur les racines; ce but sera atteint par l'opération suivante : quelques mois après la plantation, lorsque les pousses auront atteint environ $0^m,15$ de hauteur, on les coupera en laissant deux yeux, puis on buttera la ligne des plantes en relevant la terre autour d'elles des deux côtés; on laissera ensuite la plante faire sa croissance. Par ce moyen chaque œil donnera une tige nouvelle; on peut obtenir ainsi jusqu'à quarante tiges sur la même racine dès la deuxième année.

Utilisation des tiges. — La première année, la coupe faite à la fin d'août pourra être utilisée; la deuxième coupe ne sera pas utilisable pour le filateur, elle sera donnée aux bestiaux avec les feuilles; mais, les années suivantes, les deux coupes donneront des produits utiles.

Précautions contre l'hiver. — Après la coupe d'octobre, on dispose les plantes de manière à leur permettre de passer l'hiver sans souffrir; à cet effet, on les chausse avec du fumier ou avec de la terre, pour les abriter contre le froid extérieur.

Propagation de la ramie. — Dans les pays originaires, la ramie se propage d'elle-même; mais, dans nos contrées moins favorisées, on emploie quatre modes de reproduction :

1° *Par semis.* — A la belle saison, les graines sont semées en planche, comme pour les autres plantes, dans un terrain

humide. Les plants obtenus par cette méthode ne sont bons que la deuxième année; c'est pourquoi elle n'est pas employée dans les plantations importantes, tant à cause des résultats peu avantageux qu'elle donne que par les soins qu'elle demande.

2° *Par bouture.* — On coupe une tige; on la divise en tronçons de $0^m,10$ environ, de manière à avoir au moins quatre yeux sur la longueur du tronçon; on enfonce chaque tronçon en terre, de telle sorte que deux yeux soient dans la partie enfoncée et deux yeux sur la partie qui est hors de terre. Ce mode de plantation ne doit pas être appliqué en hiver; même en prenant cette précaution, bon nombre de plants ne réussissent pas.

3° *Par marcottage.* — Au printemps, lorsque les tiges ont atteint $0^m,40$ à $0^m,50$, on les couche dans un sillon creusé à partir du pied de la racine, on les recouvre de terre, en laissant l'extrémité de la tige dans l'air. Au bout de trois mois, et mieux au bout de six mois, toutes les parties de la tige auront fourni des racines qui s'enfonceront dans la terre. On n'aura qu'à couper les tiges en fragments de $0^m,15$, et chacun d'eux fournira un plant de ramie.

La reproduction par marcottage donne de bons résultats.

4° *Méthode par éclats de souche.* — On divise la racine mère en plusieurs morceaux longitudinalement, et on plante les morceaux ayant de $0^m,10$ à $0^m,12$ de longueur et portant au moins deux yeux. On les enfonce en terre, comme nous l'avons déjà dit, en faisant un trou avec un piquet et en tassant la terre autour du plant après qu'il a été introduit. C'est là le moyen le plus sûr d'avoir des produits de bonne qualité dès la première année.

Récolte. — On peut compter en France sur deux ou trois coupes par an, deux coupes plus certainement. En Algérie, on obtient jusqu'à quatre coupes.

Pour que la filasse soit de bonne qualité, on doit couper les tiges avant la floraison, dès que la tige a atteint 1^m à $1^m,20$ et qu'elle a pris une coloration rouge brun dans sa partie basse. La coupe des tiges est faite par des femmes, qui l'opèrent avec des couteaux bien tranchants, pour éviter les déchirures de la tige, longues à cicatriser pour cette plante.

En France, la première coupe peut se faire en juillet, la deuxième en octobre.

Dès que les tiges sont coupées, on les fait sécher au soleil le plus rapidement possible, pour éviter la fermentation, qui altère considérablement les fibres. Si les tiges doivent être décortiquées à l'état vert, on les traite immédiatement.

Les feuilles sont enlevées à la main lorsqu'elles sont destinées à la nourriture des bestiaux. Au contraire, quand elles

doivent servir d'engrais, on les détache en secouant les tiges séchées au soleil.

Des essais faits dans les départements de Vaucluse et de l'Hérault ont démontré que 1^{ha} de terrain peut produire jusqu'à 12000^{kg} de tiges sèches. En nous basant sur ces résultats, nous avons calculé que le rapport de 1^{ha} de terrain planté en ramie serait de 800^{fr}.

En présence d'un si beau résultat, on se demande comment il se fait que la culture de la ramie n'ait pas dépassé les grilles des jardins des plantes ou les carrés d'essai plantés par quelques horticulteurs. La raison de ce faible développement de culture réside uniquement dans la dépense et dans la difficulté insurmontable que présente l'extraction des fibres de la tige qui les contient.

En Angleterre, on emploie depuis très longtemps, dans l'industrie du tissage, les fibres de ramie, parce qu'on y reçoit la filasse de Chine ou de l'Inde, assez débarrassée des matières qui la recouvrent et qui l'agglutinent pour qu'on puisse la filer après un traitement chimique très facile.

En France, après plusieurs essais, l'industrie a abandonné l'emploi de la ramie; la filasse exotique coûtait cher, et l'agriculture du pays ne pouvait fournir que des tiges de ramie, et non pas la filasse toute préparée. L'idée la plus naturelle pour arriver à ce but était de soumettre les tiges de ramie au rouissage rural, traitement analogue à celui du chanvre et du lin: c'est ce qu'on fit, mais le résultat ne fut pas heureux. En effet, la fermentation acétique s'opère pour la ramie comme pour le chanvre; mais elle est très rapidement suivie, pour la première plante, de la fermentation putride, qui décompose la cellulose des fibres et les rend impropres aux opérations industrielles.

Le rouissage rural étant inapplicable, étudions ce qui se fait dans les pays de production et les essais de décortication qui ont été tentés en Europe et en Amérique.

La ramie, comme nous l'avons dit, est originaire de la Chine et de l'Inde; c'est là où elle a été trouvée tout d'abord et où l'on a cherché à utiliser ses fibres.

En Chine, les tiges vertes sont dépouillées de leurs feuilles puis elles sont raclées avec un couteau, de manière à enlever la couche corticale extérieure et à mettre à nu la couche fibreuse. Après cette première opération, les tiges sont exposées à l'air pendant quelques jours; sous l'action de son humidité, la gomme qui relie le liber au ligneux se dissout et on arrive à séparer facilement les fibres de la chenevotte.

Dans certaines localités, ce travail est fait plus rapidement. Après avoir raclé les tiges et avoir enlevé la pellicule extérieure, on les traite par l'eau bouillante; les parties solubles disparaissent et les fibres se détachent facilement de la chene-

votte. On obtient ainsi des rubans de fibres. Pour les séparer les uns des autres, on les lessive à l'eau; une grande partie de la matière agglutinante se dissout dans ce premier lavage; puis on leur fait subir une macération dans une dissolution de cendres de mûrier. Au sortir de ce bain on les laisse pendant vingt-quatre heures dans un mélange d'eau et de chaux, et on les lave ensuite à l'eau courante; on les lessive une deuxième fois avec de l'eau contenant des cendres, puis on les lave à l'eau bouillante et on les fait sécher. Les fibres, par ces différentes opérations, se séparent et se blanchissent.

Dans l'Inde, le traitement se rapproche beaucoup de celui que nous venons de décrire. Les tiges arrivées à l'état de maturité sont coupées; puis l'ouvrier prend chaque tige par le milieu, il la brise et il sépare l'écorce corticale de la chenevotte, comme les paysans de l'Isère séparent l'écorce du chanvre de la partie ligneuse. Les rubans corticaux ainsi obtenus sont mis dans l'eau; puis, au bout de quelque temps, l'ouvrier racle avec un couteau émoussé l'écorce dans les deux sens, pour enlever d'une part la pellicule extérieure et de l'autre la peau verte intérieure. La filasse ainsi extraite est ce qu'on appelle le *china-grass* vendu sur le marché de Londres. Ce sont des rubans de fibres, plus ou moins étroits, raidis et agglutinés par la gomme résine, dont on les débarrasse par un traitement chimique avant de les soumettre à la filature.

Les opérations que nous venons d'indiquer, enlèvement des feuilles, raclage des tiges, décorticage à la main et rouissage imparfait, ne sont possibles évidemment que dans un pays où la main-d'œuvre est très peu coûteuse. En Europe, ces manipulations sont complètement inapplicables, à cause des frais énormes qu'elles nécessiteraient. L'utilisation de la ramie est donc subordonnée à la séparation de la fibre par un traitement mécanique d'abord, suivi d'un rouissage chimique.

Le traitement mécanique préalable est nécessaire pour débarrasser les tiges de la plus grande partie des matières inutiles, qui absorberaient le réactif du rouissage chimique en pure perte.

Traitement mécanique. — A première vue, ce qui paraît le plus pratique en fait de préparation mécanique des tiges de ramie, c'est évidemment de se rapprocher autant que possible, avec la machine, du travail à la main, c'est-à-dire, dès que les tiges sont coupées, de les décortiquer à l'état vert, en imitant mécaniquement ce qui se fait dans la Chine ou dans l'Inde manuellement.

Ce but, s'il était atteint, présenterait en outre l'immense avantage de supprimer toutes les installations et toutes les opérations qui sont nécessaires pour le séchage, opérations qui sont très onéreuses, parce que le séchage, qui se fait assez faci-

lement après la première coupe, lorsque les journées sont longues et que le soleil est chaud, présente de grandes difficultés après la deuxième coupe, au commencement d'octobre. A ce moment il faut lutter contre l'humidité de l'atmosphère et contre les pluies; par suite, il faut ramasser les tiges, les mettre en faisceau et les exposer, dans des hangars, aux vents qui peuvent hâter la dessiccation. Cette dessiccation des tiges est même impossible dans certaines régions, là où les pluies sont continuelles pendant plusieurs mois de l'année. C'est cette impossibilité qui a décidé le gouvernement de l'Inde à fonder en 1870 deux prix, l'un de 5000 livres sterling, l'autre de 2000 livres, pour récompenser l'inventeur de la meilleure machine à décortiquer les tiges de ramie à l'état vert. Ces prix n'ont pas encore été gagnés et ne le seront que très difficilement, parce que les fibres, dans les tiges vertes, sont très délicates, sans consistance, et ne peuvent supporter, dans cet état, le travail brutal d'une machine.

(*A suivre.*)

LES TREMBLEMENTS DE TERRE ET LEUR ÉTUDE SCIENTIFIQUE; par M. **Albert Heim**, professeur à Zurich.

Quelle que soit la fréquence des tremblements de terre et quoique nous ayons à notre disposition des observations sur bien des milliers de ces ébranlements du sol, il nous reste encore beaucoup à faire pour connaître la nature intime du phénomène, ses effets et ses rapports avec d'autres phénomènes naturels. C'est dans les dernières années seulement que cette étude a fait des pas en avant; mais ces pas sont si importants, que nous pouvons espérer arriver bientôt à la solution de quelques questions importantes de ce chapitre de l'Histoire naturelle.

L'observation des tremblements de terre est difficile; ils nous prennent par surprise, et le phénomène est terminé avant que nous ayons eu le temps de nous recueillir pour en faire l'étude attentive. Dans l'instant où le sol, qui est pour nous l'image de la stabilité, se met à vaciller, quand nous ne pouvons nous rendre compte ni du pourquoi ni de la fin de ce qui nous étonne, notre imagination s'emporte facilement; elle trouble nos facultés d'observation et de réflexion.

Pour l'étude scientifique des tremblements de terre, le naturaliste a besoin d'un grand nombre d'observations différentes, faites dans le plus grand nombre possible de points de la surface ébranlée. Nous devons donc demander l'aide de tous les amis de la Science; nous devons nous adresser non seulement aux naturalistes de profession, mais à chaque homme qui s'intéresse aux choses de la nature.

La présente Notice, qui doit atteindre ce vaste cercle des amis de la Science et de la nature, a pour but de résumer l'état de nos connaissances sur les tremblements de terre, de gagner de nombreux adhérents à ce genre d'étude, et enfin d'expliquer comment on peut faire des observations utiles.

I. *Résumé des faits concernant les tremblements de terre.* —

Nous nommons *tremblement de terre* tout ébranlement de l'écorce de la Terre dont le point de départ vient de l'intérieur. Ces ébranlements varient d'intensité, depuis le frémissement à peine perceptible jusqu'au bouleversement le plus effroyable.

L'histoire de l'Europe a enregistré des catastrophes épouvantables. En l'an 526, par exemple, 120000 habitants périrent en Italie par suite d'un seul tremblement de terre. En 1693, en Sicile, 60000 vies humaines furent victimes d'un de ces cataclysmes. Le célèbre tremblement de terre de Lisbonne a eu lieu en 1755, ceux de Calabre en 1783, 1854 et 1870.

D'après l'impression produite sur nos sens et d'après leurs effets mécaniques, on distingue trois sortes de tremblements de terre : 1° la commotion, ou secousse verticale, avec choc de bas en haut; 2° la commotion, ou secousse horizontale, avec choc latéral; 3° le mouvement ondulatoire, pendant lequel le sol oscille comme s'il était agité par des vagues. Dans un même tremblement de terre, on peut souvent constater une commotion au centre et un mouvement ondulatoire sur les bords de la surface ébranlée.

Donnons d'abord par quelques exemples une idée des effets mécaniques de ces phénomènes. En 1783, on vit en Calabre les sommets des montagnes s'effondrer en maint endroit et le relief des cimes être notablement modifié; des lacs furent formés par des éboulements qui barraient les vallées; des maisons furent lancées dans les airs, comme projetées par une mine; les pavés des rues traversaient l'air comme des boulets de canon. A Rio Bamba, en 1797, des cadavres furent arrachés de leurs tombeaux; plusieurs centaines d'hommes furent lancés en l'air, et leurs corps tombèrent jusqu'au sommet d'une haute colline de l'autre côté d'une rivière. Au Chili on a vu un énorme mât, profondément enchâssé dans le sol, en être violemment arraché, etc.

Quant au mouvement ondulatoire, voici quelques exemples des descriptions qui en ont été faites.

Pendant le tremblement de terre de 1783 en Calabre, des arbres s'inclinèrent si fort, que les branches se brisèrent en frappant sur le sol; on pouvait voir à distance, dans de longues allées d'arbres, la marche progressive de la vague. En 1811, dans le Missouri, on voyait les forêts osciller comme des champs de blé battus par l'orage. En 1870, à Battang, en Chine, le sol se mouvait, d'abord comme une mer tranquille, et bientôt comme

un océan tourmenté par l'ouragan. Le 26 mars 1812, le sol de Caracas ressemblait à un liquide en ébullition. Le 7 juin 1692, à Port-Royal de Jamaïque, les hommes se sont vus bousculés, jetés les uns contre les autres et grièvement blessés.

Les tremblements de terre sont parfois accompagnés de la formation de fentes ou fissures du sol, qui restent ouvertes ou bien se referment presque subitement; à Port-Royal, en 1692, on a vu des hommes engloutis dans ces fissures, être aplatis, mutilés et dans certains cas rejetés ensuite au dehors. En Calabre, des maisons tout entières disparurent dans des fentes, dont quelques-unes se sont refermées ensuite; d'autres sont restées ouvertes. A Lisbonne, une crevasse engloutit tout le quai de Marbre avec les habitants qui s'y étaient réfugiés.

La même classification en commotions ou secousses et en mouvements ondulatoires s'applique aussi bien aux grands tremblements de terre qui causent des dégâts épouvantables qu'aux faibles tremblements de terre à peine perceptibles à nos sens. Que le tremblement de terre soit fort ou qu'il soit faible, que ce soit une secousse ou un mouvement ondulatoire, l'ébranlement peut être unique ou bien composé de plusieurs chocs successifs; parfois il est accompagné d'un frémissement prolongé.

A côté des tremblements de terre perceptibles à nos sens, si l'on emploie des instruments assez sensibles, on constate presque partout et presque toujours de très faibles ébranlements du sol, qui sont ou bien de très légers tremblements de terre, ou bien la répercussion de tremblements de terre très éloignés, ou bien enfin qui proviennent de causes accidentelles externes. Les observations par lesquelles on cherchait autrefois à prouver un mouvement de rotation n'ont point été confirmées.

Les tremblements de terre sont plus intenses dans les couches superficielles que dans les couches plus profondes; cela tient probablement à ce que les premières sont plus élastiques, par suite de l'absence de pression. Au fond des puits de mines, tunnels, etc., on les ressent à peine; souvent même on ne les sent pas du tout. La secousse se transmet fort différemment suivant la densité des couches. C'est ainsi qu'à travers des couches épaisses d'alluvions ou d'éboulis la commotion semble marcher aussi difficilement que les vibrations du son à travers de la sciure de bois. Au contraire, dans les localités où sur une roche compacte repose une mince couche meuble, celle-ci entre en mouvement comme du sable sur la table de résonnance d'un piano. C'est ainsi qu'à Lisbonne et en Calabre les ravages ont toujours été plus forts là ou la couche d'alluvion est mince, tandis qu'à Berlin, à Breslau, etc., là où les couches meubles sont très épaisses, il

est extrêmement rare que les tremblements de terre soient perçus, et ils y sont toujours très faibles.

Il arrive souvent que la même secousse est perçue fort différemment dans des localités situées dans des conditions identiques et fort près l'une de l'autre; une maison s'écroule tandis qu'on ne sent rien dans la maison voisine (Syrie, 1837). Cela tient-il à des phénomènes d'interférence comme il y en a dans d'autres mouvements oscillatoires? Dans d'autres cas, au contraire, on constate des effets semblables sur une très grande étendue de pays. C'est ainsi que, le 16 novembre 1827, toutes les localités situées entre Bogota et Popayan, sur une longueur de 1500^{km}, ont été détruites de la même manière. En 1856, tous les pays riverains de la Méditerranée ont été secoués depuis la Syrie jusqu'à la Corse. Le tremblement de terre de Lisbonne a été perçu, dit-on, sur une surface quatre fois aussi étendue que l'Europe. En opposition à ces exemples, nous avons un grand nombre de cas où le tremblement de terre n'est senti que sur une très petite surface. C'est ainsi qu'une secousse qui, en mars 1879, jeta hors de leurs lits les habitants de Linthal (Glaris) s'étendit vers l'est à peine jusqu'à la Reuss et ne fut pas sentie dans la direction du nord à Glaris et dans la direction du sud dans la vallée du Rhin antérieur. Il semble parfois que ce sont des vallées, parfois des montagnes, qui servent de limite à l'extension des tremblements de terre; mais le nombre est grand aussi des secousses qui ont traversé toute la chaîne des Alpes.

La secousse du tremblement de terre se propage avec une vitesse de 350^{m} à 500^{m} à la seconde; exceptionnellement cette vitesse peut s'élever à 800^{m} ou descendre à 150^{m} par seconde: c'est à peu près la vitesse du son dans l'air, 340^{m} à la seconde.

Les tremblements de terre sont aussi ressentis sur l'eau : le navire est ébranlé comme s'il était violemment soulevé; les amarres, les mâts se brisent, et cependant on n'aperçoit aucun mouvement extraordinaire sur l'eau. D'autres fois au contraire apparaissent, tantôt quelques minutes, tantôt quelques heures après la secousse, ces terribles ras de marée, qui, causés par le tremblement de terre, ravagent les côtes ébranlées et se transmettent souvent à une grande distance. C'est par une vague de ce genre que Lima fut entièrement détruite en 1724; aucun habitant ne survécut à ce désastre; des navires furent jetés par-dessus les murs et les débris de la ville, et lancés jusqu'à 1 lieue du rivage, dans l'intérieur des terres. Les lacs au centre des continents sont aussi parfois ébranlés; c'est ainsi que la plupart des lacs suisses ont été mis en mouvement par le tremblement de terre de Lisbonne et que leurs eaux sont entrées en balancement comme l'eau d'un bassin qui est secoué.

Souvent le tremblement de terre ne consiste qu'en une seule secousse et ne dure qu'une fraction de seconde. Les mouvements ondulatoires sont un peu moins brefs. Souvent les plus épouvantables ravages sont l'œuvre de quelques secondes. La plupart des observateurs surfont un peu la durée des tremblements de terre : cela tient à la prolongation apparente du temps, lorsque nous sommes sous le coup d'une excitation violente. Les petits tremblements de terre ne consistent en général qu'en une secousse; mais le plus souvent plusieurs secousses se suivent coup sur coup, et leur ensemble constitue alors le tremblement de terre. Souvent aussi plusieurs tremblements de terre se succèdent dans la même région; ils sont évidemment liés entre eux, et ils constituent ensemble une série de tremblements de terre. C'est ainsi que dans la vallée de Viège, en Valais, une première secousse eut lieu le 1er juillet 1855; son intensité fut très grande, et elle fut ressentie dans toute la Suisse et même jusqu'à Paris. Après cette secousse, pendant quatre mois de suite, une série très nombreuse de commotions plus faibles se succédèrent dans la même vallée de Viège, et ce n'est qu'en 1857 que le repos est revenu dans cette région, cette série de tremblements de terre étant terminée. En 1856, on compta dans une seule semaine à Honduras 108 secousses, qui ont formé ensemble un seul tremblement de terre. A Hawaii (îles Sandwich), en 1868, un même tremblement de terre dura presque continuellement plusieurs mois de suite. Dans le seul mois de mars on ne compta pas moins de 2000 secousses. Il est rare que la secousse la plus forte soit la première de la série; elle n'est jamais la dernière.

Il y a certaines régions du globe où les tremblements de terre sont relativement fréquents à une époque donnée; on les désigne alors sous le nom de *zones* ou *régions à tremblements de terre* (en allemand, *Schüttergebiete*). La plus remarquable actuellement est la côte occidentale de l'Amérique du Sud : la ville de Lima, par exemple, a été ravagée ou détruite dans les années 1586, 1687, 1697, 1699, 1716, 1725, 1732, 1734, 1745, 1746, 1868. En Europe nous pouvons citer comme zones à tremblements de terre l'Italie, l'Espagne et les Alpes. De 1850 à 1857 on a noté sur toute la surface du globe 4620 tremblements de terre; plusieurs d'entre eux consistaient en un grand nombre de secousses. Sur ce nombre, 1005 tremblements de terre, portant sur 582 jours différents, reviennent aux Alpes occidentales, et 81 en 68 jours aux Alpes orientales. Au printemps de 1764 on compta dans le canton de Glaris une moyenne de 20 secousses par mois, la plupart d'entre elles n'étant pas perceptibles au delà des frontières du canton. Une statistique officielle italienne nous

montre que dans l'année 1870, quoiqu'on n'ait pas eu à signaler de catastrophe extraordinaire, il n'y a pas eu dans l'ensemble du royaume moins de 2225 maisons détruites ou gravement endommagées, 98 hommes tués et 223 blessés par l'effet des tremblements de terre. En moyenne, on peut compter par jour, sur l'ensemble de la surface du globe, deux tremblements de terre, lesquels peuvent consister en plusieurs secousses.

Quelques phénomènes accidentels accompagnent souvent les secousses : ainsi, par exemple, les bruits souterrains. Ces bruits ont été comparés au tonnerre, à un cliquetis de ferraille, à un grincement, à un roulement dans la profondeur du sol. Ces bruits souterrains sont parfois entendus au moment même de la secousse, ou bien ils la précèdent, ou bien ils la suivent.

On peut citer encore l'émission de gaz, de fumées ou bien d'odeurs singulières, ou encore des sources de boue ou d'eau qui jaillissent des fissures du sol. Il n'est pas rare que l'atmosphère soit fortement chargée d'électricité ; on aperçoit d'autres fois des lueurs électriques, et l'aiguille aimantée est en agitation. Ces faits sont cependant exceptionnels.

Quelques tremblements de terre produisent des modifications durables de la surface du globe. Près de Sindree, dans le delta de l'Indus, un tremblement de terre donna naissance en 1819 à l'Allah-Bund ou *digue des dieux*, arête peu élevée de 80^{km} de longueur, 10 pieds de hauteur et 20^{km} de largeur ; en même temps un district tout entier avec le port de Sindree s'est enfoncé dans la mer et forme actuellement un golfe de 5^{m} de profondeur et de plus de 5000^{km} de surface. Des soulèvements ou des effondrements du sol, souvent fort importants, ne sont pas rares dans l'histoire des tremblements de terre. En janvier 1855, le port de Nipon, au Japon, a été tellement soulevé, que depuis lors il n'est plus utilisable. Le port de la Conception, au Chili, est resté à sec depuis le tremblement de terre du 24 mai 1750 ; sur toute la côte autour de ce port on trouvait, environ 4 pieds au-dessus de la mer, des bancs d'huîtres et autres coquilles marines.

De tout temps on a cherché des rapports entre les tremblements de Terre et les phénomènes atmosphériques. On ne peut nier qu'il n'y ait souvent coïncidence entre les secousses de la terre et des phénomènes extraordinaires, comme, par exemple, d'épais brouillards, s'étendant sur d'immenses surfaces de pays en une saison inaccoutumée, une chute subite du baromètre, un subit refroidissement de l'air; mais les cas où l'atmosphère n'est en rien troublée sont de beaucoup les plus fréquents. Les tremblements de terre sont un peu plus fréquents la nuit que le jour, en automne et en hiver plus fréquents qu'en été. L'influence de la position de la Lune semble

pesaient 70^{gr}); la rampe à gaz, avec ses ornements en verres de couleur, qui ornait l'entrée du jardin, a été renversée et brisée.

Le 16 juillet, un autre orage a éclaté sur différents points de nos côtes de la Manche, notamment dans les environs de Rouen.

L'orage venant du nord-ouest, c'est ce côté qui a souffert. Tous les carreaux du côté où frappait la grêle ont été brisés. Les grêlons, beaucoup plus gros qu'un œuf de poule, ont endommagé les persiennes en bois. Le sol est recouvert de branches et de feuilles. Plus de cinquante arbres, quelques-uns des plus anciens, sont tombés; d'autres ont été brisés par le vent à 1^m du sol.

D'après le *Journal de Rouen*, l'ouragan de samedi soir 17 juillet a été plus violent encore. A Sotteville, le passage d'une trombe terrible a donné lieu à une catastrophe épouvantable : l'atelier de montage situé dans l'enceinte de la gare de l'Ouest s'est écroulé; un homme a été tué, enseveli sous les décombres. Cet atelier occupait quatre cents ouvriers, qui heureusement étaient partis dès 5^h. Il ne restait plus que cinq hommes occupés à nettoyer des machines, et quatre d'entre eux ont pu s'échapper à temps.

Ces orages affreux ont fait de véritables désastres; ils rappellent ceux qui ont été produits par l'ouragan du 12 mars 1876.

(*La Nature.*)

Gisements de pétrole en Russie.

Entre la mer Caspienne et la mer Noire, sur une longueur de 2400^{km}, parallèlement à la ligne du Caucase, le terrain renferme du pétrole.

Actuellement l'exploitation n'est sérieusement dirigée que dans deux régions de ce champ en quelque sorte illimité. L'une est la vallée du Kouban, qui se jette dans la mer Noire; une Compagnie française a creusé deux puits sous la direction d'un ingénieur américain; une raffinerie est installée à Taman. L'autre, et la plus productive, est la province de Bakou, sur la mer Caspienne. De nombreux puits ont été exécutés jusqu'à la profondeur de 90^m, et la production s'élève à 28000 barils de pétrole brut par jour.

L'huile entraîne avec elle une quantité de sable qui, par endroits, forme des monticules de 10^m de haut.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

15 AOUT 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 20.

LETTRE DE M. **Peters**, DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE DE HAMILTON COLLEGE, A CLINTON (ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE), EN DATE DU 22 JUILLET 1880, adressée à M. le baron Thenard, Trésorier de l'Association.

Monsieur le Trésorier,

Les efforts de l'Association scientifique de France sont à juste titre placés haut dans l'estime de tous les hommes de science. J'ai toujours vu avec le plus grand intérêt cette Compagnie non seulement répandre dans le public les vérités scientifiques de tout ordre, mais aussi contribuer activement à assurer les progrès des connaissances humaines. Son organisation est excellente, et je dois beaucoup de moments agréables à la lecture du *Bulletin,* que je reçois régulièrement depuis le moment où, grâce à la bienveillante amitié de feu M. Le Verrier, je compte au nombre des Membres étrangers de l'Association.

A raison de ces circonstances, je désire contribuer à augmenter les ressources dont dispose cette Compagnie si utile, et je vous prierai de vouloir bien lui offrir en mon nom la somme de 540fr, attribuée au prix d'Astronomie fondé par Lalande, que l'Académie des Sciences m'a fait l'honneur de me décerner dernièrement.

J'espère que l'Association agréera cet hommage comme une preuve de ma haute estime....

Veuillez agréer, monsieur le Trésorier, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

C.-H.-F. PETERS.

pesaient 70^{gr}); la rampe à gaz, avec ses ornements en verres de couleur, qui ornait l'entrée du jardin, a été renversée et brisée.

Le 16 juillet, un autre orage a éclaté sur différents points de nos côtes de la Manche, notamment dans les environs de Rouen.

L'orage venant du nord-ouest, c'est ce côté qui a souffert. Tous les carreaux du côté où frappait la grêle ont été brisés. Les grêlons, beaucoup plus gros qu'un œuf de poule, ont endommagé les persiennes en bois. Le sol est recouvert de branches et de feuilles. Plus de cinquante arbres, quelques-uns des plus anciens, sont tombés; d'autres ont été brisés par le vent à 1^m du sol.

D'après le *Journal de Rouen*, l'ouragan de samedi soir 17 juillet a été plus violent encore. A Sotteville, le passage d'une trombe terrible a donné lieu à une catastrophe épouvantable : l'atelier de montage situé dans l'enceinte de la gare de l'Ouest s'est écroulé; un homme a été tué, enseveli sous les décombres. Cet atelier occupait quatre cents ouvriers, qui heureusement étaient partis dès 5^h. Il ne restait plus que cinq hommes occupés à nettoyer des machines, et quatre d'entre eux ont pu s'échapper à temps.

Ces orages affreux ont fait de véritables désastres; ils rappellent ceux qui ont été produits par l'ouragan du 12 mars 1876.

(*La Nature.*)

Gisements de pétrole en Russie.

Entre la mer Caspienne et la mer Noire, sur une longueur de 2400^{km}, parallèlement à la ligne du Caucase, le terrain renferme du pétrole.

Actuellement l'exploitation n'est sérieusement dirigée que dans deux régions de ce champ en quelque sorte illimité. L'une est la vallée du Kouban, qui se jette dans la mer Noire; une Compagnie française a creusé deux puits sous la direction d'un ingénieur américain; une raffinerie est installée à Taman. L'autre, et la plus productive, est la province de Bakou, sur la mer Caspienne. De nombreux puits ont été exécutés jusqu'à la profondeur de 90^m, et la production s'élève à 28000 barils de pétrole brut par jour.

L'huile entraîne avec elle une quantité de sable qui, par endroits, forme des monticules de 10^m de haut.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

15 AOUT 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 20.

LETTRE DE M. **Peters**, DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE DE HAMILTON COLLEGE, A CLINTON (ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE), EN DATE DU 22 JUILLET 1880, adressée à M. le baron Thenard, Trésorier de l'Association.

Monsieur le Trésorier,

Les efforts de l'Association scientifique de France sont à juste titre placés haut dans l'estime de tous les hommes de science. J'ai toujours vu avec le plus grand intérêt cette Compagnie non seulement répandre dans le public les vérités scientifiques de tout ordre, mais aussi contribuer activement à assurer les progrès des connaissances humaines. Son organisation est excellente, et je dois beaucoup de moments agréables à la lecture du *Bulletin*, que je reçois régulièrement depuis le moment où, grâce à la bienveillante amitié de feu M. Le Verrier, je compte au nombre des Membres étrangers de l'Association.

A raison de ces circonstances, je désire contribuer à augmenter les ressources dont dispose cette Compagnie si utile, et je vous prierai de vouloir bien lui offrir en mon nom la somme de 540^{fr}, attribuée au prix d'Astronomie fondé par Lalande, que l'Académie des Sciences m'a fait l'honneur de me décerner dernièrement.

J'espère que l'Association agréera cet hommage comme une preuve de ma haute estime....

Veuillez agréer, monsieur le Trésorier, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

C.-H.-F. PETERS.

Rapport sur les travaux d'une Commission chargée par le Ministre de l'Instruction publique d'étudier la faune sous-marine dans les grandes profondeurs du golfe de Gascogne; par M. Alphonse Milne Edwards, membre de l'Institut, professeur administrateur au Muséum d'Histoire naturelle.

Monsieur le Ministre,

Je m'empresse, à mon retour à Paris, de vous donner quelques détails sur l'exploration zoologique qui vient d'être faite, à bord du navire de l'État *le Travailleur*, dans le golfe de Gascogne, depuis la fosse du cap Breton jusqu'au cap Pénas, sur la côte d'Espagne.

Depuis plusieurs années l'intérêt des naturalistes a été vivement excité par l'étude de la faune des grandes profondeurs de la mer; mais, bien que dès 1861 un naturaliste français, dans un Mémoire lu à l'Académie (1), ait montré que le fond de la mer, à 2000^m ou 3000^m et sous une pression de plus de 200^{atm}, est habité par des animaux appartenant à des groupes relativement élevés dont les uns étaient restés inconnus et dont d'autres ne différaient en rien de certaines espèces fossiles, bien qu'il ait indiqué l'importance des explorations sous-marines, ces recherches n'avaient pas été encouragées en France. Au contraire, en Scandinavie, en Angleterre et en Amérique, des expéditions importantes étaient organisées. Les mers du Nord devenaient l'objet d'études suivies de la part des naturalistes norvégiens et suédois. Les navires anglais *le Lightning, le Porcupine* et *le Valorous* exploraient une partie des mers de l'Europe. Le *Challenger* accomplissait son voyage de circumnavigation. Le *Hassler*, de la marine des États-Unis, contournait l'Amérique, et le *Blake* fouillait la mer des Antilles et la région du Gulf-Stream.

A ce point de vue, nos côtes occidentales restaient presque inexplorées. Cependant les recherches personnelles entreprises depuis 1869, mais avec des moyens d'action trop limités, dans la fosse du cap Breton, par un naturaliste dévoué à la Science, M. de Folin, avaient montré que le golfe de Gascogne fournirait une ample récolte aux zoologistes qui pourraient y faire des dragages profonds (2). Il y avait là une vaste

(1) *Observations sur l'existence de divers Mollusques et Zoophytes à de très grandes profondeurs dans la mer Méditerranée*, par M. Alphonse Milne Edwards (*Annales des Sciences naturelles*, 1861, t. XV, p. 159).

(2) L'Association scientifique a accordé cette année, pour la troisième fois, une subvention destinée à couvrir en partie les dépenses relatives aux recherches persévérantes de ce naturaliste, et dans un prochain numéro du *Bulletin* nous reproduirons le compte rendu de ses explorations dans cette localité.

région presque entièrement inexplorée, car, dans ses croisières de 1870, le *Porc-Épic* s'était tenu fort éloigné des côtes de France, et, dans cette région, il n'avait pas dépassé le 12e degré de longitude ouest. Cette année, grâce à l'aide que nous ont donnée la Marine de l'État et l'Administration supérieure de l'Instruction publique, nous avons eu les moyens de commencer une série de recherches dans le golfe de Gascogne, et je puis dire que les résultats obtenus ont dépassé nos espérances.

Par un arrêté en date du 23 juin dernier, M. le Ministre de l'Instruction publique a formé à cet effet une Commission spéciale. M. H. Milne Edwards, comme président, a été chargé de l'organisation de l'expédition. Les autres membres qui devaient prendre la mer étaient : M. de Folin; M. Vaillant, professeur au Muséum d'Histoire naturelle; M. Marion, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille; M. P. Fischer, aide-naturaliste au Muséum; M. Périer, professeur à l'École de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux; enfin, l'auteur de ce compte rendu. Deux naturalistes anglais, M. Gwyn Jeffreys, de la Société royale de Londres, et M. Merle Norman, avaient été invités à assister à nos opérations en mer.

M. le Ministre de la Marine a bien voulu affecter à cette campagne un aviso de l'État, le *Travailleur*, stationnaire du port de Rochefort, et M. le vice-amiral de Jonquières, préfet maritime, a mis, avec la plus grande libéralité, toutes les ressources de l'arsenal à la disposition de la Commission et du commandant du bâtiment, M. E. Richard, lieutenant de vaisseau.

Le *Travailleur* est un navire à roues, pourvu d'une machine de 150 chevaux, très stable à la mer, et jaugeant près de 1000 tonneaux. A raison du service exceptionnel que l'équipage avait à faire, on l'avait composé de cent trente hommes, quarante de plus que d'ordinaire; cette précaution n'a pas été inutile, car elle nous a permis d'effectuer en un court espace de temps un travail qui, dans des conditions ordinaires, aurait été impossible. La Commission ne saurait trop remercier M. Richard du zèle qu'il a montré pour nous aider dans nos recherches, et nous nous empressons de déclarer que le succès de nos opérations a été dû en grande partie à l'excellente organisation que nous avons trouvée à bord du *Travailleur* et à l'ardeur scientifique qui animait tous les officiers, MM. Mahieux, Jacquet, Villegente et Bourget.

Des dragues de différentes grandeurs et de différents modèles avaient été construites en vue de la nature des fonds que l'on pourrait rencontrer. Les unes étaient protégées contre le contact possible des rochers par une enveloppe de toile à voile ou même par une peau de bœuf; les autres étaient simplement formées de filets. L'armature de quelques-uns de ces appareils

Souvent le tremblement de terre ne consiste qu'en une seule secousse et ne dure qu'une fraction de seconde. Les mouvements ondulatoires sont un peu moins brefs. Souvent les plus épouvantables ravages sont l'œuvre de quelques secondes. La plupart des observateurs surfont un peu la durée des tremblements de terre : cela tient à la prolongation apparente du temps, lorsque nous sommes sous le coup d'une excitation violente. Les petits tremblements de terre ne consistent en général qu'en une secousse; mais le plus souvent plusieurs secousses se suivent coup sur coup, et leur ensemble constitue alors le tremblement de terre. Souvent aussi plusieurs tremblements de terre se succèdent dans la même région; ils sont évidemment liés entre eux, et ils constituent ensemble une série de tremblements de terre. C'est ainsi que dans la vallée de Viège, en Valais, une première secousse eut lieu le 1er juillet 1855; son intensité fut très grande, et elle fut ressentie dans toute la Suisse et même jusqu'à Paris. Après cette secousse, pendant quatre mois de suite, une série très nombreuse de commotions plus faibles se succédèrent dans la même vallée de Viège, et ce n'est qu'en 1857 que le repos est revenu dans cette région, cette série de tremblements de terre étant terminée. En 1856, on compta dans une seule semaine à Honduras 108 secousses, qui ont formé ensemble un seul tremblement de terre. A Hawaii (îles Sandwich), en 1868, un même tremblement de terre dura presque continuellement plusieurs mois de suite. Dans le seul mois de mars on ne compta pas moins de 2000 secousses. Il est rare que la secousse la plus forte soit la première de la série; elle n'est jamais la dernière.

Il y a certaines régions du globe où les tremblements de terre sont relativement fréquents à une époque donnée; on les désigne alors sous le nom de *zones* ou *régions à tremblements de terre* (en allemand, *Schüttergebiete*). La plus remarquable actuellement est la côte occidentale de l'Amérique du Sud : la ville de Lima, par exemple, a été ravagée ou détruite dans les années 1586, 1687, 1697, 1699, 1716, 1725, 1732, 1734, 1745, 1746, 1868. En Europe nous pouvons citer comme zones à tremblements de terre l'Italie, l'Espagne et les Alpes. De 1850 à 1857 on a noté sur toute la surface du globe 4620 tremblements de terre; plusieurs d'entre eux consistaient en un grand nombre de secousses. Sur ce nombre, 1005 tremblements de terre, portant sur 582 jours différents, reviennent aux Alpes occidentales, et 81 en 68 jours aux Alpes orientales. Au printemps de 1764 on compta dans le canton de Glaris une moyenne de 20 secousses par mois, la plupart d'entre elles n'étant pas perceptibles au delà des frontières du canton. Une statistique officielle italienne nous

montre que dans l'année 1870, quoiqu'on n'ait pas eu à signaler de catastrophe extraordinaire, il n'y a pas eu dans l'ensemble du royaume moins de 2225 maisons détruites ou gravement endommagées, 98 hommes tués et 223 blessés par l'effet des tremblements de terre. En moyenne, on peut compter par jour, sur l'ensemble de la surface du globe, deux tremblements de terre, lesquels peuvent consister en plusieurs secousses.

Quelques phénomènes accidentels accompagnent souvent les secousses : ainsi, par exemple, les bruits souterrains. Ces bruits ont été comparés au tonnerre, à un cliquetis de ferraille, à un grincement, à un roulement dans la profondeur du sol. Ces bruits souterrains sont parfois entendus au moment même de la secousse, ou bien ils la précèdent, ou bien ils la suivent.

On peut citer encore l'émission de gaz, de fumées ou bien d'odeurs singulières, ou encore des sources de boue ou d'eau qui jaillissent des fissures du sol. Il n'est pas rare que l'atmosphère soit fortement chargée d'électricité ; on aperçoit d'autres fois des lueurs électriques, et l'aiguille aimantée est en agitation. Ces faits sont cependant exceptionnels.

Quelques tremblements de terre produisent des modifications durables de la surface du globe. Près de Sindree, dans le delta de l'Indus, un tremblement de terre donna naissance en 1819 à l'Allah-Bund ou *digue des dieux*, arête peu élevée de 80^{km} de longueur, 10 pieds de hauteur et 20^{km} de largeur ; en même temps un district tout entier avec le port de Sindree s'est enfoncé dans la mer et forme actuellement un golfe de 5^{m} de profondeur et de plus de 5000^{km} de surface. Des soulèvements ou des effondrements du sol, souvent fort importants, ne sont pas rares dans l'histoire des tremblements de terre. En janvier 1855, le port de Nipon, au Japon, a été tellement soulevé, que depuis lors il n'est plus utilisable. Le port de la Conception, au Chili, est resté à sec depuis le tremblement de terre du 24 mai 1750 ; sur toute la côte autour de ce port on trouvait, environ 4 pieds au-dessus de la mer, des bancs d'huîtres et autres coquilles marines.

De tout temps on a cherché des rapports entre les tremblements de Terre et les phénomènes atmosphériques. On ne peut nier qu'il n'y ait souvent coïncidence entre les secousses de la terre et des phénomènes extraordinaires, comme, par exemple, d'épais brouillards, s'étendant sur d'immenses surfaces de pays en une saison inaccoutumée, une chute subite du baromètre, un subit refroidissement de l'air ; mais les cas où l'atmosphère n'est en rien troublée sont de beaucoup les plus fréquents. Les tremblements de terre sont un peu plus fréquents la nuit que le jour, en automne et en hiver plus fréquents qu'en été. L'influence de la position de la Lune semble

être insignifiante; cependant on croit constater une fréquence un peu plus grande aux syzygies, époque de nouvelle ou pleine Lune, et au périgée, époque où la Lune est le plus près de la Terre.

L'application de la statistique aux tremblements de terre est difficile, à cause surtout du grand nombre des tremblements de terre; quel que soit le point de vue théorique d'où l'on parte, il est toujours facile de trouver un grand nombre de tremblements de terre qui satisfont à l'hypothèse.

Dans le voisinage des volcans, les tremblements de terre sont fréquents; de fortes secousses précèdent en général les éruptions, surtout quand le volcan a été longtemps en repos. Mais, quoique l'existence de volcans au centre de quelques régions à tremblements de terre soit indiscutable, cependant plusieurs pays où les tremblements de terre sont les plus fréquents ne possèdent absolument pas de volcans; il n'y a donc pas toujours coïncidence entre les deux phénomènes. Ainsi, dans les îles Sandwich, il y a souvent des tremblements de terre sans éruptions et aussi de fortes éruptions sans tremblements de terre importants. Ainsi les Alpes, qui sont actuellement une zone à tremblements de terre, ne présentent pas de traces de l'action volcanique. Les tremblements de terre les plus intenses et les plus étendus en surface sont en général sans rapport avec les phénomènes volcaniques.

(*A suivre*.)

Établissement d'une colonie polaire d'observation sur les cotes de la baie de Lady-Franklin (81e degré de latitude nord).

C'est en vertu d'un bill de la Chambre des représentants des États-Unis, adopté par le Sénat, que cette expédition va avoir lieu.

Le chef est le capitaine Howgate, savant bien connu, officier distingué, attaché au Chief Signal Office, à New-York.

Le *Gulnare*, bâtiment à vapeur jaugeant 250 tonnes, doit emporter le personnel et le matériel de cette colonie, laquelle se composera de vingt-cinq hommes choisis, y compris l'état-major, chargé de la partie scientifique; les membres de l'expédition seront, quelle que soit leur condition, soumis à la discipline militaire.

Quant au matériel, il a été très soigneusement aménagé pour rendre le séjour dans les régions glaciales aussi confortable que possible.

Une maison en bois, 8^m sur 10^m, modèle employé par la Compagnie de la baie d'Hudson, est en construction, et une chaloupe à vapeur permettra des expéditions partielles là où ne pourrait pénétrer le *Gulnare*.

Il y a déjà quelques années que l'on avait reconnu l'utilité

d'une station dans le cercle arctique, afin d'établir un système suivi d'observations météorologiques, magnétiques, géologiques et d'Histoire naturelle dans les régions polaires.

C'est également le moyen de réunir tous les documents nécessaires à une tentative de voyage au pôle, soit par ballons, soit par traîneaux.

La station, établie pour un certain nombre d'années, sera visitée régulièrement par un bâtiment des États-Unis, lequel renouvellera, si besoin est, le personnel de l'expédition et ne le laissera manquer d'aucun des objets nécessaires à ce triste hivernage.

La Russie, l'Autriche, la Suède, la Norvège, le Danemark et la Hollande ont pris des dispositions pour établir des observations permanentes sur certains points des régions polaires, et nous espérons que la France imitera cet exemple.

Les lieux déjà choisis pour ces postes d'observation sont l'embouchure de la Léna, les îles de la Nouvelle-Sibérie, la Nouvelle-Zemble, le Spitzberg, Upernavick, sur la côte ouest du Groënland, Alaska et la côte nord de la Norvège.

Les vœux de tous sont acquis aux courageux savants qui composent l'expédition, et nous sommes sûrs de l'utilité immense en résultant pour le service d'informations météorologiques, lequel tend chaque jour à compléter son réseau d'observations.

Espérons que la conquête du pôle ne sera pas longtemps un vain mot et que quelque fortuné navigateur pourra, d'ici quelques années, révéler à la Science les mystères de ces régions inconnues.

L. Perron, directeur du journal *l'Architecte*.

Les orages des 13, 16 et 17 juillet 1880.

Le 13 juillet, un orage très violent a éclaté dans les environs de Paris et sur plusieurs points de la France. « Vers 1^h du matin, dit le *Journal de Rodez*, la foudre est tombée sur le clocher de l'église de Broquiès, canton de Saint-Rome-de-Tarn. Le carillonneur s'y trouvait alors pour sonner les cloches, en vue d'éloigner l'orage, d'après l'imprudent usage maintenu dans nos campagnes : il a été tué par le fluide électrique suivant la corde, qu'il tenait entre ses mains. Quelques voisins, ayant entendu tomber les ardoises de la flèche du clocher et le son des cloches s'arrêter subitement, sont allés voir si le carillonneur n'avait éprouvé aucun mal et l'ont trouvé étendu sans vie, la face contre la voûte; la mort avait été instantanée. »

Le même jour, un orage très intense éclatait à Dieppe, où il exerça de véritables dégâts. Le Casino a beaucoup souffert; une grande partie du vitrage du pavillon des fêtes et des galeries a été brisée par les énormes grêlons (quelques-uns d'entre eux

pesaient 70gr); la rampe à gaz, avec ses ornements en verres de couleur, qui ornait l'entrée du jardin, a été renversée et brisée.

Le 16 juillet, un autre orage a éclaté sur différents points de nos côtes de la Manche, notamment dans les environs de Rouen.

L'orage venant du nord-ouest, c'est ce côté qui a souffert. Tous les carreaux du côté où frappait la grêle ont été brisés. Les grêlons, beaucoup plus gros qu'un œuf de poule, ont endommagé les persiennes en bois. Le sol est recouvert de branches et de feuilles. Plus de cinquante arbres, quelques-uns des plus anciens, sont tombés; d'autres ont été brisés par le vent à 1^m du sol.

D'après le *Journal de Rouen*, l'ouragan de samedi soir 17 juillet a été plus violent encore. A Sotteville, le passage d'une trombe terrible a donné lieu à une catastrophe épouvantable : l'atelier de montage situé dans l'enceinte de la gare de l'Ouest s'est écroulé; un homme a été tué, enseveli sous les décombres. Cet atelier occupait quatre cents ouvriers, qui heureusement étaient partis dès 5^h. Il ne restait plus que cinq hommes occupés à nettoyer des machines, et quatre d'entre eux ont pu s'échapper à temps.

Ces orages affreux ont fait de véritables désastres; ils rappellent ceux qui ont été produits par l'ouragan du 12 mars 1876.

(*La Nature.*)

Gisements de pétrole en Russie.

Entre la mer Caspienne et la mer Noire, sur une longueur de 2400^{km}, parallèlement à la ligne du Caucase, le terrain renferme du pétrole.

Actuellement l'exploitation n'est sérieusement dirigée que dans deux régions de ce champ en quelque sorte illimité. L'une est la vallée du Kouban, qui se jette dans la mer Noire; une Compagnie française a creusé deux puits sous la direction d'un ingénieur américain; une raffinerie est installée à Taman. L'autre, et la plus productive, est la province de Bakou, sur la mer Caspienne. De nombreux puits ont été exécutés jusqu'à la profondeur de 90^m, et la production s'élève à 28000 barils de pétrole brut par jour.

L'huile entraîne avec elle une quantité de sable qui, par endroits, forme des monticules de 10^m de haut.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

15 AOUT 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 20.

Lettre de M. Peters, directeur de l'Observatoire de Hamilton College, a Clinton (États-Unis d'Amérique), en date du 22 juillet 1880, adressée à M. le baron Thenard, Trésorier de l'Association.

Monsieur le Trésorier,

Les efforts de l'Association scientifique de France sont à juste titre placés haut dans l'estime de tous les hommes de science. J'ai toujours vu avec le plus grand intérêt cette Compagnie non seulement répandre dans le public les vérités scientifiques de tout ordre, mais aussi contribuer activement à assurer les progrès des connaissances humaines. Son organisation est excellente, et je dois beaucoup de moments agréables à la lecture du *Bulletin*, que je reçois régulièrement depuis le moment où, grâce à la bienveillante amitié de feu M. Le Verrier, je compte au nombre des Membres étrangers de l'Association.

A raison de ces circonstances, je désire contribuer à augmenter les ressources dont dispose cette Compagnie si utile, et je vous prierai de vouloir bien lui offrir en mon nom la somme de 540^{fr}, attribuée au prix d'Astronomie fondé par Lalande, que l'Académie des Sciences m'a fait l'honneur de me décerner dernièrement.

J'espère que l'Association agréera cet hommage comme une preuve de ma haute estime....

Veuillez agréer, monsieur le Trésorier, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

C.-H.-F. Peters.

RAPPORT SUR LES TRAVAUX D'UNE COMMISSION CHARGÉE PAR LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE D'ÉTUDIER LA FAUNE SOUS-MARINE DANS LES GRANDES PROFONDEURS DU GOLFE DE GASCOGNE; par M. Alphonse **Milne Edwards**, membre de l'Institut, professeur administrateur au Muséum d'Histoire naturelle.

Monsieur le Ministre,

Je m'empresse, à mon retour à Paris, de vous donner quelques détails sur l'exploration zoologique qui vient d'être faite, à bord du navire de l'État *le Travailleur*, dans le golfe de Gascogne, depuis la fosse du cap Breton jusqu'au cap Pénas, sur la côte d'Espagne.

Depuis plusieurs années l'intérêt des naturalistes a été vivement excité par l'étude de la faune des grandes profondeurs de la mer; mais, bien que dès 1861 un naturaliste français, dans un Mémoire lu à l'Académie (¹), ait montré que le fond de la mer, à 2000^{m} ou 3000^{m} et sous une pression de plus de 200^{atm}, est habité par des animaux appartenant à des groupes relativement élevés dont les uns étaient restés inconnus et dont d'autres ne différaient en rien de certaines espèces fossiles, bien qu'il ait indiqué l'importance des explorations sous-marines, ces recherches n'avaient pas été encouragées en France. Au contraire, en Scandinavie, en Angleterre et en Amérique, des expéditions importantes étaient organisées. Les mers du Nord devenaient l'objet d'études suivies de la part des naturalistes norvégiens et suédois. Les navires anglais *le Lightning, le Porcupine* et *le Valorous* exploraient une partie des mers de l'Europe. Le *Challenger* accomplissait son voyage de circumnavigation. Le *Hassler*, de la marine des États-Unis, contournait l'Amérique, et le *Blake* fouillait la mer des Antilles et la région du Gulf-Stream.

A ce point de vue, nos côtes occidentales restaient presque inexplorées. Cependant les recherches personnelles entreprises depuis 1869, mais avec des moyens d'action trop limités, dans la fosse du cap Breton, par un naturaliste dévoué à la Science, M. de Folin, avaient montré que le golfe de Gascogne fournirait une ample récolte aux zoologistes qui pourraient y faire des dragages profonds (²). Il y avait là une vaste

---

(¹) *Observations sur l'existence de divers Mollusques et Zoophytes à de très grandes profondeurs dans la mer Méditerranée*, par M. Alphonse Milne Edwards (*Annales des Sciences naturelles*, 1861, t. XV, p. 159).

(²) L'Association scientifique a accordé cette année, pour la troisième fois, une subvention destinée à couvrir en partie les dépenses relatives aux recherches persévérantes de ce naturaliste, et dans un prochain numéro du *Bulletin* nous reproduirons le compte rendu de ses explorations dans cette localité.

région presque entièrement inexplorée, car, dans ses croisières de 1870, le *Porc-Épic* s'était tenu fort éloigné des côtes de France, et, dans cette région, il n'avait pas dépassé le 12e degré de longitude ouest. Cette année, grâce à l'aide que nous ont donnée la Marine de l'État et l'Administration supérieure de l'Instruction publique, nous avons eu les moyens de commencer une série de recherches dans le golfe de Gascogne, et je puis dire que les résultats obtenus ont dépassé nos espérances.

Par un arrêté en date du 23 juin dernier, M. le Ministre de l'Instruction publique a formé à cet effet une Commission spéciale. M. H. Milne Edwards, comme président, a été chargé de l'organisation de l'expédition. Les autres membres qui devaient prendre la mer étaient : M. de Folin; M. Vaillant, professeur au Muséum d'Histoire naturelle; M. Marion, professeur à la Faculté des Sciences de Marseille; M. P. Fischer, aide-naturaliste au Muséum; M. Périer, professeur à l'École de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux; enfin, l'auteur de ce compte rendu. Deux naturalistes anglais, M. Gwyn Jeffreys, de la Société royale de Londres, et M. Merle Norman, avaient été invités à assister à nos opérations en mer.

M. le Ministre de la Marine a bien voulu affecter à cette campagne un aviso de l'État, le *Travailleur*, stationnaire du port de Rochefort, et M. le vice-amiral de Jonquières, préfet maritime, a mis, avec la plus grande libéralité, toutes les ressources de l'arsenal à la disposition de la Commission et du commandant du bâtiment, M. E. Richard, lieutenant de vaisseau.

Le *Travailleur* est un navire à roues, pourvu d'une machine de 150 chevaux, très stable à la mer, et jaugeant près de 1000 tonneaux. A raison du service exceptionnel que l'équipage avait à faire, on l'avait composé de cent trente hommes, quarante de plus que d'ordinaire; cette précaution n'a pas été inutile, car elle nous a permis d'effectuer en un court espace de temps un travail qui, dans des conditions ordinaires, aurait été impossible. La Commission ne saurait trop remercier M. Richard du zèle qu'il a montré pour nous aider dans nos recherches, et nous nous empressons de déclarer que le succès de nos opérations a été dû en grande partie à l'excellente organisation que nous avons trouvée à bord du *Travailleur* et à l'ardeur scientifique qui animait tous les officiers, MM. Mahieux, Jacquet, Villegente et Bourget.

Des dragues de différentes grandeurs et de différents modèles avaient été construites en vue de la nature des fonds que l'on pourrait rencontrer. Les unes étaient protégées contre le contact possible des rochers par une enveloppe de toile à voile ou même par une peau de bœuf; les autres étaient simplement formées de filets. L'armature de quelques-uns de ces appareils

était découpée en dents de scie, en avant, de façon à labourer la vase ou le sable, tandis que le cadre des autres était formé d'une lame aplatie et devant glisser sur le sol sans l'entamer. 12000^{m} de cordage de chanvre étaient destinés à remonter les dragues; 25000^{m} de lignes de sonde avaient été préparés. Les appareils de sondage, construits dans l'arsenal sur un modèle un peu différent de celui dont avait fait usage le vaisseau anglais *l'Hydre*, étaient disposés de manière à rapporter des échantillons du fond qu'ils avaient touché et à se débarrasser en même temps du poids qui les avait entraînés. Il est très important de pouvoir faire un sondage avec rapidité et précision, car cette opération doit toujours précéder celle du dragage, et elle doit aussi être répétée pendant que la drague est immergée, car on ne pourrait, sans cela, se rendre compte des différences de niveau qui peuvent se présenter, même sur un espace restreint.

Ces sondages ont été beaucoup aidés par l'emploi d'un appareil construit spécialement à cet effet dans le port de Rochefort et d'après les procédés indiqués par sir William Thomson. Il consiste en un tambour sur lequel sont enroulés plusieurs milliers de mètres d'un fil d'acier de faible diamètre, mais très solide et employé d'ordinaire comme corde de piano. Ce fil, ne présentant que peu de résistance à l'eau, se déroule verticalement et avec rapidité quand il est suffisamment chargé; il n'est pas entraîné par les courants : aussi donne-t-il avec une précision extrême les indications bathymétriques. Un frein réglait la vitesse de rotation du tambour, et un compteur enregistrait chacun de ses tours, permettant à tout instant de connaître la longueur du fil immergé. En quelques minutes la sonde atteignait ainsi des fonds de près de 3000^{m}. Cet appareil nous a rendu les plus grands services, et il a facilité un travail qui, sans lui, aurait présenté des difficultés sérieuses. Une machine auxiliaire de la force de 16 chevaux, faisant mouvoir plusieurs tambours, avait été installée sur le pont pour relever les dragues et les lignes de sonde. Je n'insisterai d'ailleurs pas davantage sur la disposition de ces appareils, car M. le commandant Richard, qui en a combiné l'arrangement, les fera probablement connaître plus en détail.

Les dragues étaient mouillées à l'arrière; leur corde passait dans une poulie, maintenue elle-même à l'aide de fortes bandes de caoutchouc, afin d'adoucir les secousses et les chocs qu'amenaient à chaque instant les mouvements de tangage du navire.

Les grands fonds du golfe de Gascogne sont couverts d'une épaisse couche d'un limon vaseux gris verdâtre, rappelant, quand il est desséché, les assises jurassiques des Vaches-Noires. Ce limon, très plastique, remplissait rapidement nos

dragues sans s'y tamiser, et, si nous nous étions bornés à l'usage de ces engins, nos résultats auraient été peu fructueux; mais nous avons eu soin d'employer aussi de grandes vergues alourdies par des poids et auxquelles on suspendait des houppes de chanvre, des fauberts, des filets et même des paquets de brindilles. Ces différents objets balayaient le fond, les animaux y restaient accrochés, et souvent nous avons ainsi ramené des espèces d'assez grande taille et d'une grande fragilité. C'est par ce procédé que le 28 juillet nous avons capturé, à une profondeur de 1160^m, des Poissons, de beaux Oursins et de nombreuses Astéries du genre *Brisinga*. Les grands filets connus des pêcheurs sous le nom de *chaluts* nous ont été fort utiles, et, sans leur emploi, nous n'aurions pu nous procurer plusieurs espèces remarquables.

Un soir le chalut avait été traîné à une profondeur de près de 600^m, et on le retirait vers minuit : il ramenait de grands Gorgoniens du genre Isis, appartenant probablement à une espèce nouvelle. Ces Isis nous ont offert un spectacle merveilleux : toute la partie du sarcosome située entre les zooïdes émettait une lumière phosphorescente verte d'une telle intensité, que, lorsque l'on agitait ces animaux, ils semblaient produire une pluie de feu, et, au milieu d'une nuit des plus obscures, il nous a été possible de lire ainsi des caractères très fins. Dans les dragues du *Porc-Épic*, des Astéries et des *Pavonaria* ont parfois donné lieu à des remarques analogues.

Pendant toute notre campagne, le temps a été assez beau pour nous permettre d'utiliser tous nos instants, et, dans le cours de la seconde quinzaine de juillet, nous avons dragué à vingt-quatre reprises différentes; souvent nous descendions deux dragues à la fois, l'une à l'arrière et l'autre par le côté du navire. La plus grande profondeur atteinte a été de plus de 2700^m, et la moindre a dépassé 300^m. Nous avons pu réunir ainsi une collection très importante, comprenant non seulement la plupart des espèces décrites par les naturalistes anglais et scandinaves, et que nos musées ne possédaient pas, mais aussi beaucoup d'animaux qui n'étaient pas connus.

Pour l'utilisation de ces richesses, les différents membres de la Commission se sont partagé le travail. M. L. Vaillant s'est chargé de l'étude des Poissons, des Némertiens et des Spongiaires; M. Fischer, de celle des Mollusques; M. Marion a porté spécialement son attention sur les Annélides, les Échinodermes et les autres Zoophytes; M. de Folin doit examiner les Foraminifères; je me suis chargé des recherches relatives aux Crustacés; M. Périer a fait les observations thermométriques, et il doit analyser les échantillons des fonds qui ont été rapportés soit par les sondes, soit par les dragues. Les détails

préliminaires que je puis donner sur les résultats obtenus sont donc l'œuvre de chacun des naturalistes dont je viens de citer les noms. Chacun va maintenant étudier en détail les animaux qui lui ont été confiés, et, quand le travail sera terminé, je m'empresserai de vous en faire connaître les résultats.

Ainsi que l'on pouvait s'y attendre, les Poissons des grands fonds sont mal représentés dans nos collections, soit à cause de la rareté de ces animaux, soit parce qu'ils échappent facilement aux engins que nous employons; cependant nous avons obtenu deux espèces appartenant à des formes méditerranéennes, un Stomias et un Macrourus.

Les Crustacés sont très intéressants; pas un de ceux qui ont été ramenés par nos dragues ne se trouve sur nos rivages; il y a là deux faunes en quelque sorte superposées et ne se mélangeant pas. Le *Dorynchus Thomsoni* représente dans les grands fonds les Inachus des côtes; l'*Amathia Carpenteri* représente les Pises. Cette dernière espèce se rapproche beaucoup d'un Oxyrhinque trouvé par Stimpson sur les côtes de la Floride, à 300m de profondeur, et décrit par lui sous le nom de *Scyra umbonata*. Je ferai remarquer que l'*Amathia Carpenteri* n'appartient pas au genre *Amathia* et que la prétendue *Scyra umbonata* n'est certainement pas une Scyra, mais que ces deux Crustacés doivent prendre place dans une division générique nouvelle à laquelle je donnerai le nom de *Scyramathia*. A une profondeur variant entre 700m et 1300m, nos fauberts ont souvent ramené un beau crabe à yeux phosphorescents, trouvé d'abord dans les mers de Norvège et nommé, en 1837, par Kroyer, *Geryon tridens*. Ce Crustacé n'avait jamais été trouvé sur nos côtes. Une espèce très remarquable du groupe des Dromiens, mais très différente des Dromies ordinaires, a été pêchée à 1190m; elle ressemble beaucoup à un crabe des grands fonds de la mer des Antilles (1).

L'*Ethusa granulata* (Norman), dont les yeux sont transformés en pédoncules épineux et aveugles, est commun à une profondeur d'environ 800m à 2000m. La *Munida tenuimana*, dont les yeux sont gros et phosphorescents, est loin d'y être rare. Un autre Galathéien très intéressant a été trouvé à 1950m; il est aveugle, ses yeux sont devenus de simples épines : il ressemble beaucoup à des espèces des grandes profondeurs de la mer des Florides dont j'ai formé le genre *Galathodes*. Un Pentacheles aveugle, un Palémonien inconnu, un Mysis aveugle, de nombreux Thysanopodes ont été rencontrés à des profondeurs variables. Je signalerai aussi le *Gnathophausia*

(1) Ce Dromien provient de l'expédition de M. Agassiz à bord du *Blake*; il a été trouvé à 300m de profondeur; je l'ai désigné sous le nom de *Dicranodromia ovata*.

Zoea, remarquable par sa belle couleur d'un rouge carminé, semblable à celle de la gelée de groseille. Cette espèce n'avait encore été trouvée que par l'expédition du *Challenger*, à 2000^m ou 3000^m de profondeur, près des Açores et dans le voisinage du Brésil. Des Cumacés, de nombreux Amphipodes et d'autres Crustacés inférieurs de très petite taille devront être l'objet d'un travail de détermination très minutieux.

Il est difficile de fixer le nombre des espèces de Mollusques ramenées par la drague; beaucoup d'entre elles sont mêlées avec les Foraminifères, dont le triage n'est pas encore terminé; mais, parmi celles de taille moyenne, un examen préliminaire a déjà permis de reconnaître plus d'une centaine d'espèces. La plupart appartiennent à la faune profonde de l'Atlantique et des mers arctiques; quelques formes méditerranéennes s'y rencontrent aussi, ainsi que d'autres qui sont connues à l'état fossile en Sicile et dans le terrain pliocène du nord de l'Italie; enfin, d'autres sont nouvelles pour la Science. Il paraît résulter de nos dragages que l'uniformité de la faune des grandes profondeurs est réelle pour les Mollusques, car les espèces du golfe de Gascogne que nous avons recueillies ont été aussi draguées au nord de la Norvège, aux îles Shetland et sur les côtes du Groënland. Les différences des faunes conchyliologiques se dessinent dès que le fond se relève et qu'on se rapproche de la zone littorale. Les animaux retirés vivants, parmi les Gastéropodes, avaient leurs yeux fortement pigmentés. Dans tous les fonds de drague on a trouvé des Ptéropodes. Il est donc certain que le golfe de Gascogne est sillonné par plusieurs espèces de Mollusques pélagiens. Une coquille en bon état de *Carinaria* et un fragment d'*Atlanta* annoncent la présence des Hétéropodes, qu'on n'y avait pas encore signalés. Les Brachiopodes ne sont représentés que par quatre espèces, dont trois proviennent d'un dragage dans la fosse du cap Breton; mais il faut faire remarquer que presque toujours nous avons eu à examiner des fonds vaseux où ces animaux ne se plaisaient pas [1].

---

(1) Nous ajoutons ici une liste très sommaire des espèces les plus importantes de Mollusques qui ont été trouvées:

LAMELLIBRANCHES : *Spondylus Gussoni*, *Amusium lucidum*, *Pecten vitreus*, *Pecten groenlandicus*, *P. pes-lutræ*, *Lima subauriculata*, *L. Jeffreysii*, *L. elliptica*, *Nucula ægeensis*, *N. reticulata*, *Leda messaniensis*, *L. pusio*, *L. æquilatera*, *Malletia obtusa*, *M. excisa*, *Limopsis minuta*, *Modiola Martorelli*, *Modiolaria cuneata* (*nov. sp.*), *Dacrydium vitreum*, *Pecchiola insculpta*, *Axinus Croulinensis*, *A. Eumyarius*, *A. ferruginosus*, *A. granulosus*, *Kellia tumida*, *Neæra elegans*, *N. striata*, *N. rostrata*, *Montacula tumida*, *Thracia* (*nov. sp.*), *Lyonsia* (?) (*nov. sp.*), *Pholadomya Loveni* (?) (fragments), etc.

SOLÉNOCONQUES : *Cadulus cylindratus*, *C. tumidosus*, *Cadulus subfusi-*

Les Vers chétopodes se sont montrés abondants à toutes les stations de dragage, et ils appartiennent à des genres représentés sur nos côtes. Les Maldaniens, les Clyméniens et les Euniciens dominent. Une grande espèce d'*Hyalinœcia* est particulièrement remarquable. A l'entrée de la fosse du cap Breton, par 300^{m} et 400^{m}, les *Sternaspis* et les *Pectinaria* sont très communs.

Une espèce de *Balanoglossus* a été recueillie, mais à l'état de fragments, qui suffisaient cependant pour indiquer une espèce voisine du *Balanoglossus Talaboti* des grands fonds de la Méditerranée.

Parmi les types de Vers les plus intéressants, il faut signaler l'être ambigu connu sous le nom de *Chetoderma;* les quelques exemplaires recueillis dans le golfe de Gascogne semblent différer du *Ch. nitidulum*, et ils rappellent dans une certaine mesure les *Neomenia gorgonophila* (Kow.) trouvés dernièrement au large de Marseille, et dont la morphologie se rapproche bien plus de celle des *Neomenia carinata*, du type des Chétodermes vrais. Les Géphyriens sont nombreux et fort curieux ; ils comprennent, outre deux ou trois espèces nouvelles dont l'une est très proche des *Sipunculus*, des *Phascolion*, des *Phascolosoma* et des *Aspidosiphon*. Plusieurs de ces types rappellent des formes déjà signalées dans les mers arctiques. Les *Cœlenteres* occupent une place importante dans la faune profonde du golfe de Gascogne ; l'exploration du *Travailleur* a montré que de 400^{m} à 2700^{m} les Zoanthaires et les Alcyonaires sont nombreux et très variés.

On doit citer, parmi les Zoanthaires malacodermés, une belle espèce nouvelle d'*Edwardsia* ou d'*Hyanthus* dont la colonne est bien moins rugueuse que celle des espèces de la côte, une *Adamsia* d'un beau rouge, fixée sur les branches des Isidiens, et enfin un *Bunode* de très grande taille ; ce Bunode correspond au genre *Chitonactis* (Fischer), qui joue à côté des Bunodes

---

formis, *C. Jeffreysii*, *C. Olivii*, *Siphonodentalium lofotense*, *S. tetragonum*, *Dentalium filum*, *D. nov. sp.* très grand et voisin du *Dentalium candidum*, etc.

GASTÉROPODES : *Actæon exilis*, *A. nov. sp.*, *Scaphander puncto-striatus*, *Bulla subrotunda*, *Bulla nov. sp.*, *Ringicula pulchella*, *R. leptochila*, *Philine quadrata*, *Eulima stenostoma*, *Coriocella* (très grande espèce obtenue vivante), *Rimula asturiana* (*nov. sp.*), *Chiton alveolus*, *Turbo glabratus*, *Seguenzia formosa*, *Buccinum humphresianum*, *Fusus berniciensis*, *F. attenuatus*, *Columbella Haliœti*, *Hela tenella*, *Taranis Morchii*, *Pleurotoma pinguis*, *Pleurotoma galerita*, *Defrancia formosa*, *Nassa semistriata*, *Chenopus serrasianus*, etc.

HÉTÉROPODES : *Hyalea inflexa*, *Cleodora cuspidata*, etc.

BRACHIOPODES : *Platidia anomioides*, *Terebratulina caput-serpentis*, *Crania anomala*, *Mergelia truncata*.

vrais le rôle des *Phelia* vis-à-vis des *Sagartia*. Il faut aussi mentionner une espèce nouvelle de *Zoanthus* trouvée sur les radioles du *Dorocidaris papillata*.

Les Zoanthaires sclérodermés sont représentés par le *Carophyllia clavus*, par une belle espèce de *Paracyathus*, par de beaux *Flabellum* dont l'un doit constituer une espèce nouvelle, et enfin par le *Lophelia prolifera*, dont les colonies ont été fréquemment ramenées par la drague, mais toujours en fragments dont les zooïdes paraissaient morts depuis longtemps.

Les Alcyonaires des grands fonds du golfe de Gascogne forment une collection des plus remarquables. Les Gorgonides sont représentés par des Isis de deux sortes, atteignant une taille extraordinaire. Outre ces deux espèces d'Isis, les engins du *Travailleur* ont capturé des fragments d'une *Mopsea* rappelant une espèce décrite par Sars, divers exemplaires de deux espèces de *Fuliculina*, des *Kophobelemnon* et enfin un bel exemplaire du type si rare connu sous le nom générique d'*Umbellularia*. Ces divers Pennatulidiens étaient considérés comme appartenant aux mers arctiques : il est probable qu'ils font partie de la faune profonde de toutes les mers de l'Europe. A côté d'eux s'est trouvée une belle espèce méditerranéenne, l'*Alcyonium palmatum*, var. *pedunculatum*.

Les Échinodermes offrent tous un intérêt considérable. La famille des Echinothurides, à laquelle se rapportent les beaux Oursins mous signalés pour la première fois par M. Vyville Thomson, est représentée par une belle espèce nouvelle de *Phormosoma*, distincte du *P. placenta* par les ornements des plaques et par les radioles de grande taille et spatuliformes insérés sur la face orale. Les Dyastérides, longtemps considérés comme éteints, ont donné le *Pourtalesia Jeffreysii*. Il faut signaler encore trois types nouveaux et fort remarquables de Spatangoïdes, l'*Echinus microstoma* (W. Thomson), le *Dorocidaris papillata* et le *Bryssopsis lyrifera*.

Les Astérides sont tous intéressants et rares; ils appartiennent aux espèces appelées *Archaster tenuissima*, *A. bifrons*, *Astropecten Andromeda*, *A. irregularis*. Une belle espèce de *Brisinga* (*B. coronata ?*), aussi fragile que ses congénères des mers du Nord, a été recueillie sur divers points.

Les Ophiurides sont beaucoup plus abondants que les Astérides; les espèces déjà connues sont : *Amphiura Chiajei*, *A. filiformis*, *A. tenuissima*, *Ophiotrix fragilis*, *Ophiocnida Danielseni*. Plusieurs autres formes, probablement nouvelles, appartiennent aux genres *Asteronyx*, *Ophiolypha*, *Ophiomusium*, *Ophiacantha*, *Opiamyxa*. Une très grande et très belle espèce, constituant, suivant toutes probabilités, un type absolument nouveau, mérite une mention spéciale.

Les Holothuries comprennent plusieurs espèces nouvelles

et fort belles, ainsi que l'*Echinocucumis typica* des mers septentrionales et le *Stichopus regalis* de la Méditerranée.

Le groupe des Crinoïdes ne nous a fourni que deux exemplaires d'un petit *Antedon*, voisin de l'*Antedon Sarsii* des mers du Nord.

Les Éponges siliceuses les plus remarquables parmi celles que nous avons recueillies appartiennent au groupe des *Hexactinellides*, dont les spicules blancs et allongés ressemblent à du verre filé. Les *Hyalonema*, les *Holtenia*, l'*Askonema*, le *Wyville Thomsonia*, le *Farrea* ont été ramenés par la drague de profondeurs variant entre 800^m et 2000^m.

Nous avons trouvé dans les grands fonds une quantité de Foraminifères; outre les formes communes, dont le test est calcaire, poreux ou porcellané (*Cristellaria, Monionina, Cornuspira, Orbulina, Quinqueloculina, Biloculina*, et le remarquable *Orbitolites tenuissima*, dont nous avons obtenu des exemplaires de grande taille), nous possédons une magnifique série de Foraminifères arénacés (*Lituola subglobosa, Psammosphæra fusca, Astrorhiza arenaria, Rhabdammina* Sp.), dont l'étude a pris depuis plusieurs années une grande importance.

Cet exposé peut donner une idée des travaux zoologiques accomplis pendant la croisière du *Travailleur*. D'autres résultats importants ont en même temps été obtenus, et les cent trois sondages faits depuis la fosse du cap Breton jusqu'au cap Pénas rendent un compte exact de la configuration du fond de la mer dans cette région, qui semble continuer sous l'eau notre massif des Pyrénées.

A peu de distance des côtes, des profondeurs de 3000^m ont été trouvées; on a pu constater l'existence de pentes abruptes, de fentes presque verticales, surtout au nord de Santander et du cap Machichaco, et ces brusques différences de niveau sont venues bien souvent contrarier nos dragages. Au contraire, à l'ouest, entre Tina-Mayor et le cap Pénas, il existe un plateau que nous avons désigné sous le nom de *plateau du Travailleur*, qui n'est couvert que d'environ 170^m d'eau; il contraste par son horizontalité avec la région accidentée située plus à l'est; celle-ci se relie à la fosse du cap Breton par une série d'ondulations. Ce travail hydrographique sera très intéressant pour les géologues; tous les éléments en ont été réunis avec un soin extrême par M. Richard, qui doit les grouper en un Rapport adressé à M. le Ministre de la Marine.

En terminant, qu'il me soit permis d'exprimer le vœu que cette expédition si féconde ne soit pas la dernière de ce genre et que, l'année prochaine, il nous soit possible d'explorer de la même manière les côtes méditerranéennes. Les découvertes que M. Marion a faites au large de Marseille nous permettent d'espérer encore là une nouvelle et riche récolte.

La ramie. Mémoire présenté à la Société scientifique et industrielle de Marseille par M. **E. Lombard**, ingénieur. [Suite ([1])].

Traitement chimique. — L'écorce de la ramie, comme celle des autres plantes textiles analogues, est composée de plusieurs éléments différents, formant des couches successives.

D'abord l'épiderme, pellicule très mince, qui est verte lorsque la plante n'est pas encore mûre et qui brunit lorsqu'elle a atteint tout son développement. Au-dessous de l'épiderme se trouve une couche de collenchyme, tissu utriculaire dont les vésicules ont des parois épaisses; puis vient le parenchyme, tissu mou, spongieux, qui remplit les intervalles des faisceaux fibreux. A la couche de parenchyme succède la couche corticale proprement dite, qui présente un assez fort développement, puis le cambium, substance mucilagineuse qui se rattache au corps ligneux.

Le corps ligneux est très développé dans la ramie et possède une très grande ténacité, ce qui oblige à l'enlever dans le traitement des tiges. Dans le lin et le chanvre, le corps ligneux est moins développé et moins tenace, de sorte que le teillage ordinaire suffit pour en débarrasser les fibres.

Lorsque la tige est verte, elle possède tous les éléments que nous venons d'indiquer; elle contient en moyenne 75 pour 100 d'eau. Si on la fait dessécher à l'air, elle perd 63 pour 100 d'eau et en conserve encore 12 pour 100. Dans cet état, les tiges donnent de 15 à 17 pour 100 d'écorce corticale. Si l'on sépare la fibre du tissu collenchymateux et de l'épiderme, on obtient pour la proportion des fibres corticales 10 à 12 pour 100 : c'est la proportion des matières utiles dans les tiges vertes.

L'étude du traitement chimique de la filasse de ramie est subordonnée à la connaissance exacte des principes qui la constituent; pour arriver à ce but, nous avons pris de la filasse passée à la machine Rolland et nous l'avons analysée.

Voici les résultats trouvés :

Humidité	11,40
Cendres	3,70
Matières solubles dans l'eau	6,40
Matières solubles dans l'alcool	3,30
Matières pectiques	10,30
Cellulose	64,84

La matière soluble dans l'eau est de la pectine; elle ne donne pas de précipité par l'acétate de plomb, mais elle précipite par

([1]) Voir le *Bulletin* du 8 août 1880.

était découpée en dents de scie, en avant, de façon à labourer la vase ou le sable, tandis que le cadre des autres était formé d'une lame aplatie et devant glisser sur le sol sans l'entamer. 12000^{m} de cordage de chanvre étaient destinés à remonter les dragues; 25000^{m} de lignes de sonde avaient été préparés. Les appareils de sondage, construits dans l'arsenal sur un modèle un peu différent de celui dont avait fait usage le vaisseau anglais *l'Hydre*, étaient disposés de manière à rapporter des échantillons du fond qu'ils avaient touché et à se débarrasser en même temps du poids qui les avait entraînés. Il est très important de pouvoir faire un sondage avec rapidité et précision, car cette opération doit toujours précéder celle du dragage, et elle doit aussi être répétée pendant que la drague est immergée, car on ne pourrait, sans cela, se rendre compte des différences de niveau qui peuvent se présenter, même sur un espace restreint.

Ces sondages ont été beaucoup aidés par l'emploi d'un appareil construit spécialement à cet effet dans le port de Rochefort et d'après les procédés indiqués par sir William Thomson. Il consiste en un tambour sur lequel sont enroulés plusieurs milliers de mètres d'un fil d'acier de faible diamètre, mais très solide et employé d'ordinaire comme corde de piano. Ce fil, ne présentant que peu de résistance à l'eau, se déroule verticalement et avec rapidité quand il est suffisamment chargé; il n'est pas entraîné par les courants : aussi donne-t-il avec une précision extrême les indications bathymétriques. Un frein réglait la vitesse de rotation du tambour, et un compteur enregistrait chacun de ses tours, permettant à tout instant de connaître la longueur du fil immergé. En quelques minutes la sonde atteignait ainsi des fonds de près de 3000^{m}. Cet appareil nous a rendu les plus grands services, et il a facilité un travail qui, sans lui, aurait présenté des difficultés sérieuses. Une machine auxiliaire de la force de 16 chevaux, faisant mouvoir plusieurs tambours, avait été installée sur le pont pour relever les dragues et les lignes de sonde. Je n'insisterai d'ailleurs pas davantage sur la disposition de ces appareils, car M. le commandant Richard, qui en a combiné l'arrangement, les fera probablement connaître plus en détail.

Les dragues étaient mouillées à l'arrière; leur corde passait dans une poulie, maintenue elle-même à l'aide de fortes bandes de caoutchouc, afin d'adoucir les secousses et les chocs qu'amenaient à chaque instant les mouvements de tangage du navire.

Les grands fonds du golfe de Gascogne sont couverts d'une épaisse couche d'un limon vaseux gris verdâtre, rappelant, quand il est desséché, les assises jurassiques des Vaches-Noires. Ce limon, très plastique, remplissait rapidement nos

dragues sans s'y tamiser, et, si nous nous étions bornés à l'usage de ces engins, nos résultats auraient été peu fructueux; mais nous avons eu soin d'employer aussi de grandes vergues alourdies par des poids et auxquelles on suspendait des houppes de chanvre, des fauberts, des filets et même des paquets de brindilles. Ces différents objets balayaient le fond, les animaux y restaient accrochés, et souvent nous avons ainsi ramené des espèces d'assez grande taille et d'une grande fragilité. C'est par ce procédé que le 28 juillet nous avons capturé, à une profondeur de 1160^{m}, des Poissons, de beaux Oursins et de nombreuses Astéries du genre *Brisinga*. Les grands filets connus des pêcheurs sous le nom de *chaluts* nous ont été fort utiles, et, sans leur emploi, nous n'aurions pu nous procurer plusieurs espèces remarquables.

Un soir le chalut avait été traîné à une profondeur de près de 600^{m}, et on le retirait vers minuit : il ramenait de grands Gorgoniens du genre Isis, appartenant probablement à une espèce nouvelle. Ces Isis nous ont offert un spectacle merveilleux : toute la partie du sarcosome située entre les zooïdes émettait une lumière phosphorescente verte d'une telle intensité, que, lorsque l'on agitait ces animaux, ils semblaient produire une pluie de feu, et, au milieu d'une nuit des plus obscures, il nous a été possible de lire ainsi des caractères très fins. Dans les dragues du *Porc-Épic*, des Astéries et des *Pavonaria* ont parfois donné lieu à des remarques analogues.

Pendant toute notre campagne, le temps a été assez beau pour nous permettre d'utiliser tous nos instants, et, dans le cours de la seconde quinzaine de juillet, nous avons dragué à vingt-quatre reprises différentes; souvent nous descendions deux dragues à la fois, l'une à l'arrière et l'autre par le côté du navire. La plus grande profondeur atteinte a été de plus de 2700^{m}, et la moindre a dépassé 300^{m}. Nous avons pu réunir ainsi une collection très importante, comprenant non seulement la plupart des espèces décrites par les naturalistes anglais et scandinaves, et que nos musées ne possédaient pas, mais aussi beaucoup d'animaux qui n'étaient pas connus.

Pour l'utilisation de ces richesses, les différents membres de la Commission se sont partagé le travail. M. L. Vaillant s'est chargé de l'étude des Poissons, des Némertiens et des Spongiaires; M. Fischer, de celle des Mollusques; M. Marion a porté spécialement son attention sur les Annélides, les Échinodermes et les autres Zoophytes; M. de Folin doit examiner les Foraminifères; je me suis chargé des recherches relatives aux Crustacés; M. Périer a fait les observations thermométriques, et il doit analyser les échantillons des fonds qui ont été rapportés soit par les sondes, soit par les dragues. Les détails

le sous-acétate; elle ne donne pas non plus de précipité par l'alcool.

La matière soluble dans l'alcool absolu est une matière grasse, cireuse, qui contient un principe colorant verdâtre; après dissolution, la liqueur présente, en effet, une couleur vert clair.

La cellulose a été obtenue par des traitements successifs au brome en dissolution étendue et par des lavages à l'eau ammoniacale; de cette manière, nous avons séparé la cellulose, parfaitement pure, blanche et brillante.

Nous voyons par cette analyse que la filasse de ramie, obtenue dans des conditions convenables par le traitement des tiges sèches à la machine, est composée presque entièrement de cellulose, entourée d'une petite proportion de matière intercellulaire.

Le traitement chimique le plus rationnel consistera donc à séparer cette matière étrangère à la fibre à l'aide de réactifs présentant ce double caractère de ne pas attaquer la cellulose et de ne pas coûter cher.

La cellulose est attaquée par les acides et les alcalis concentrés; soumise à ces réactifs même à froid, elle se gonfle, puis se dissout peu à peu en se transformant en granulose, en dextrine et enfin en glucose.

Les acides minéraux et les alcalis en solution étendue décomposent aussi la cellulose sous l'influence d'une ébullition prolongée; les fibres soumises à ce traitement perdent leur élasticité et leur solidité.

L'eau bouillante elle-même peut attaquer la cellulose, d'une manière très faible, il est vrai, mais sensible, surtout si la pression s'élève; à froid ou à une température peu élevée, les alcalis et le chlore en solution étendue n'exercent pas d'action sensible sur la cellulose.

Dans ces conditions, les alcalis, les acides minéraux, le chlore, étant les réactifs les plus usuels et les plus économiques, seront choisis de préférence, tout en prenant dans leur emploi les précautions nécessaires pour éviter l'altération des fibres.

Nous indiquons le traitement suivant pour enlever aux fibres la gomme résine qui les entoure, lorsque les fibres sont suffisamment débarrassées par la machine de l'écorce et du bois. Les paquets de filasse sont liés à leurs extrémités, pour conserver le parallélisme des fibres et éviter qu'elles ne s'embrouillent les unes avec les autres dans les opérations suivantes.

La filasse est placée dans un bain d'eau bouillante, pour dissoudre les matières solubles dans ce liquide; après deux heures d'immersion, on la sort, on la rince à l'eau courante et on la remet dans un autre bain d'eau bouillante propre; on

l'y laisse encore deux heures, puis on la sort et on la rince comme précédemment.

La filasse est ensuite mise dans une lessive de carbonate de soude à 3° B., contenant 20gr de chaux caustique par litre; cette lessive est chauffée à la température de 25° à 30° C. Toutes les heures, on agite avec la main les paquets de filasse dans le liquide, en les prenant par leur milieu et en les tordant comme les lessiveuses font pour le linge. Après vingt-quatre heures d'immersion, les paquets sont retirés, bien exprimés et jetés dans un bain de chlorure de chaux; ce bain est préparé en mettant 30gr de chlorure de chaux par litre d'eau.

On maintient la température à 25° ou 30° C. pendant douze heures, pour décomposer et faire dissoudre la gomme qui n'a pas été enlevée et pour blanchir les fibres. On retire ensuite la filasse des bains de chlorure et on la lave à l'eau bouillante, en dernier lieu dans l'eau tiède, en la pressant dans les mains, puis on la met à sécher au soleil.

Après ces différentes opérations, la filasse est suffisamment préparée pour subir le travail du peigne et pour être soumise aux différentes opérations de la filature.

Les filateurs ne demandent pas que le dégommage des fibres soit poussé à la dernière limite; ce qui leur importe, c'est que la filasse soit bien débarrassée des petits fragments de bois ou d'écorce laissés par la machine; ces corps étrangers réunissent au point d'adhérence plusieurs fibres, de sorte qu'au moment du passage de la dent du peigne celle-ci, ne pouvant enlever l'obstacle, le brise en même temps que les fibres. Il importe également que les fibres aient une épaisseur constante pour faire des fils réguliers ne cassant pas dans leur passage aux métiers.

Lorsqu'on a une filasse mal dépouillée par la machine, on lui fait subir deux fois le traitement que nous avons indiqué.

Plusieurs traitements chimiques de la filasse de ramie ont été indiqués; ils se résument presque tous à l'action de dissolutions alcalines plus ou moins concentrées, plus ou moins élevées comme température et comme pression. Certains auteurs préconisent le passage de la filasse traitée à la soude dans une lessive d'eau savonneuse. D'autres font fermenter la filasse en ayant soin d'éviter la fermentation putride; pour cela ils maintiennent les fibres dans un bain dont la température ne dépasse pas 30°, et ils ont soin de sortir mécaniquement la filasse à des intervalles réguliers pour la mettre en contact de l'air; ils la laissent ensuite retomber dans le bain. La putréfaction est évitée en mettant dans le bain du soufre, du charbon ou du calcaire pulvérisé.

Ces différents traitements, essayés par nous, nous ont paru longs et ne donnant pas des résultats bien satisfaisants.

La filasse, traitée par une dissolution de savon de pétrole, est bien dépouillée de sa gomme résine; mais ce traitement est dispendieux. On peut adresser les mêmes reproches à l'opération qui consiste à dépouiller la filasse des matières solubles dans l'eau, puis à décomposer le pectate de chaux par l'acide chlorhydrique étendu et enfin à dissoudre l'acide pectique dans l'oxalate d'ammoniaque.

Après avoir passé en revue les moyens de préparer la ramie pour son emploi industriel, nous allons étudier brièvement le rôle qu'elle a joué jusqu'ici dans l'industrie.

Emploi industriel de la ramie. — Il ne fut essayé et développé réellement que pendant la guerre d'Amérique. A cette époque, le coton étant devenu rare, on chercha à le remplacer par un nouveau textile.

Les premières tentatives furent faites en appliquant la filasse de ramie sur les métiers à coton : l'insuccès fut complet, à cause de la longueur des fibres de ramie. Les métiers, faits pour travailler des fibres ayant de $0^m,05$ à $0^m,06$ de longueur comme celles du coton, ne pouvaient travailler celles de la ramie, qui atteignent jusqu'à $0^m,50$.

Pour obvier à cet inconvénient, on ramena les fibres de ramie à n'avoir que la longueur des fibres de coton par le procédé du filage à sec, autrement dit par la cotonisation; mais ce moyen ne réussit pas non plus, les filaments restant quand même trop longs pour les machines délicates du coton, et la ramie fut rejetée comme plante textile.

Des essais furent faits avec les métiers à laine et à soie, en employant toujours la ramie préalablement cotonisée : les résultats obtenus furent meilleurs, mais pas au point d'appliquer industriellement ce mode de travail.

Le vice restait le même : il résidait dans la cotonisation de fibres naturellement longues et résistantes.

On eut alors l'idée heureuse de peigner la ramie décortiquée, de manière à séparer les longs brins de l'étoupe; les longs brins furent passés sur les métiers à lin à l'eau froide, et l'étoupe fut traitée sur des métiers à laine.

Ce travail est suffisant pour obtenir des échantillons d'essai, montrant le parti qu'on peut tirer de la ramie, car les fibres de celle-ci, travaillées à l'état écru, se raidissent par l'effet de la gomme qu'elles contiennent encore et présentent une résistance considérable à la torsion, résistance trop forte pour les métiers à lin.

On n'arrivera à de bons résultats industriels que lorsqu'on aura fait des métiers destinés à filer spécialement la ramie.

Nous avons dit que l'on avait obtenu de beaux échantillons de tissus de ramie. En effet, à l'Exposition de 1878, MM. Bonsor,

Mac-Dawson ont exposé des fils et des tissus ayant tout l'éclat de la soie.

On y voyait aussi des fils parfaitement blancs, venant de Bielfeld (Prusse), des cordes d'une ténacité remarquable, de fines batistes et des nappes damassées.

On reproche aux étoffes de ramie d'être plus lourdes que celles de lin et de manquer de souplesse : ce défaut tient à la longueur et à l'épaisseur de sa cellule fibreuse, plus grande que celle des autres textiles. Les plis sont retenus, l'étoffe revient difficilement à son premier état; mais ces défauts réels peuvent être atténués entièrement par le mélange des fils de ramie avec les fils de lin ou de laine.

Teinture. — Les fils de ramie prennent bien la teinture; mais, à cause de l'éclat qui leur est propre, il est bon, lorsqu'on doit les faire entrer communément avec d'autres fils dans une étoffe, de les teindre séparément pour éviter un manque d'harmonie dans la nuance; sur les tissus tout en ramie, on peut imprimer des dessins, qui viennent très bien. Nous avons vu à notre dernière exposition régionale des échantillons très remarquables de ces tissus ainsi dessinés.

En terminant cette étude rapide et succincte sur la ramie, nous citerons, pour montrer l'importance des résultats que notre pays peut retirer de la culture de cette plante, les paroles de M. Teston, membre du jury international à l'Exposition de Vienne : « L'exploitation de cette plante est subordonnée à la découverte d'un mode de traitement mécanique et chimique facilitant l'extraction de ses fibres, qui est à l'étude en Angleterre et en France. Ce résultat obtenu, l'Algérie pourra lui consacrer une de ces terres riches et profondes où, avec le concours de l'irrigation, elle se développera d'une manière luxuriante. »

Sucrage des mouts trop faibles en alcool.

Il y a en France de nombreuses contrées vinicoles où le vin est faible, pèche par la couleur ou par le goût, et ne peut ni se conserver ni se transporter, parce qu'il a un titre en alcool trop faible et qu'il est le produit d'un raisin peu sucré.

Pour donner à ces vins inférieurs une partie des qualités qui leur manquent, il suffit d'ajouter une proportion déterminée de bon sucre dans la cuve avant fermentation, et cette addition ne peut produire que des effets avantageux.

Le sucre ajouté au moût élève la richesse alcoolique du vin et facilite la dissolution des matières colorantes et utiles qui se trouvent dans le raisin.

Depuis plus d'un siècle, tous les savants, tous les chimistes, notamment Chaptal et Dubrunfaut, ont recommandé le sucrage à la cuve des vendanges pauvres.

Le vin, pour se conserver et s'améliorer avec le temps, doit avoir une richesse moyenne de 10° alcooliques.

Pour déterminer la formation de 1° d'alcool dans le moût fermenté, il faut environ 1kg, 600 de sucre de bonne qualité par hectolitre.

Par suite du dégrèvement qui vient d'être voté, ce sucre pourra être obtenu à 1fr, 05 le kilogramme, ce qui porterait à 1fr, 68 la dépense nécessaire pour produire 1° d'alcool en plus.

Les vins qui ne se conservent pas et ne peuvent être transportés n'ont en général que 6°, 7° ou 8° d'alcool; il s'agit donc, suivant les cas, d'élever leur titre de 2°, 3° ou 4° :

Pour 2° d'alcool,	il faudrait	3kg, 200	de sucre, dont	la valeur est de	3kg, 64
Pour 3°	»	4kg, 800	»		5kg, 04
Pour 4°	»	6kg, 400	»		6kg, 72

Moyennant cette légère dépense par hectolitre, on peut fortifier, enrichir les vins des cépages faibles et des années défavorables, et leur donner une plus-value surpassant plusieurs fois la dépense; c'est un fait incontestable, établi par des milliers d'expériences.

Le point essentiel dans l'opération du sucrage des moûts faibles est de provoquer une fermentation prompte et énergique, qui mette en activité tous les éléments contenus dans le jus. La première condition de cette fermentation est une température de 15° à 20°, et, si le lieu ou le local ne la comporte pas, il est nécessaire d'ajouter au jus de l'eau très chaude et de la faire arriver au moyen d'un tuyau dans le bas de la cuve, après avoir fait l'addition de sucre exigée.

C'est l'insuffisance de chaleur au début et de richesse en sucre qui produit les fermentations lourdes, visqueuses et de mauvaise nature. Le sucre le plus convenable à mêler au moût est le sucre blanc en poudre, dit *sucre en grains*, qui se répartit mieux dans le liquide, sans qu'il y ait besoin de le pulvériser ou de le dissoudre. (*Revue industrielle*).

Explosions spontanées.

Dans le cours de ses expériences de Thermochimie, M. Berthelot a constaté à deux reprises l'explosion de mélanges d'oxygène et de carbures d'hydrogène placés dans des flacons de verre en dehors de toute cause apparente d'inflammation. Il attribue cet effet inattendu à l'état de siccité parfaite du mélange gazeux et du mercure au-dessus duquel ils étaient placés. Dans ces conditions, pense-t-il, de l'électricité a dû se développer, qui a pu provoquer l'explosion.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

22 AOUT 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 21.

CONCOURS GÉNÉRAL DES LYCÉES DE PARIS ET DE VERSAILLES POUR 1880.

Monsieur le Président,

L'Association scientifique de France a bien voulu, cette année comme les précédentes, accorder plusieurs prix aux lauréats du Concours général des Lycées et Collèges de Paris et de Versailles.

Ces encouragements sont très précieux pour nos études. L'Université les apprécie et en est fort reconnaissante.

Veuillez, Monsieur le Président, être auprès de la Société l'interprète de nos remercîments.

Conformément aux intentions de la Société, les prix accordés cette année ont été décernés :

1° A l'élève Thomas, du Collège Rollin, qui a obtenu le premier prix de Physique en Mathématiques spéciales;

2° A l'élève Farjasse, du Lycée Louis-le-Grand, qui a obtenu le premier prix de Chimie, même classe;

3° A l'élève Andoyer, du Lycée Saint-Louis, qui a obtenu le premier prix de Mathématiques en Mathématiques élémentaires.

Agréez, Monsieur le Président, l'assurance de ma haute considération.

Pour le Vice-Recteur,
L'Inspecteur d'Académie,
J. ROGER.

PLUIES EN FRANCE PENDANT L'ANNÉE 1878. CONTINUATION DU BULLETIN MENSUEL MÉTÉOROLOGIQUE DE L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE.

Dans la dernière séance du Conseil de l'Association, M. Mascart a présenté le troisième Volume des *Annales du Bureau central météorologique pour l'année* 1878. Ce Volume, entièrement consacré aux observations pluviométriques faites en

France, est la continuation du *Bulletin météorologique* de l'Association, créé par M. Belgrand, et dont la publication a été interrompue à la fin de l'année 1876. Il était important de ne pas ajourner indéfiniment la reprise de ce travail, d'une utilité incontestable; mais, dans une précédente séance, le Conseil avait reconnu l'impossibilité pour l'Association de se charger de cette tâche. M. Lalanne, directeur de l'École des Ponts et Chaussées et du Service hydrométrique du bassin de la Seine, voulut bien faire les démarches nécessaires pour que la subvention annuelle que le Ministère des Travaux publics accordait à notre *Bulletin* fût reportée au Bureau central météorologique, qui reprendrait le travail interrompu. Malgré les nombreux travaux du Bureau, M. Mascart s'est mis en mesure de combler l'arriéré le plus rapidement possible : l'année 1878 est imprimée, l'année 1877 est sous presse, et dans le courant de 1881 la publication aura repris son cours normal.

Le Volume de 1878 contient d'importantes améliorations. Afin de faciliter les recherches spéciales, on a ajouté au détail des observations un résumé de chaque saison et de l'année, et des Cartes, construites d'après les relevés de plus de mille stations, permettent de se rendre compte de la distribution de la pluie et d'en étudier les causes. Ces Cartes sont les plus complètes qui aient été dressées jusqu'ici. Enfin les Tableaux d'observations sont précédés d'une Notice très intéressante, rédigée par M. Th. Moureaux, sur le régime des pluies en France : nous en résumerons ici les points les plus importants.

La pluie croît avec l'altitude. La Carte annuelle montre en effet, à première vue, que les régions basses, les plaines, correspondent aux moindres chutes de pluie. Ces minima sont constants pendant toute l'année, et, en construisant des Cartes mensuelles, on retrouve dans chacune d'elles un minimum absolu sur le littoral de la Méditerranée et des minima relatifs correspondant aux grandes vallées, quelle que soit du reste leur orientation. La vallée de la Loire au-dessous d'Orléans, le bassin de Paris, les vallées de la Garonne, de la Saône, du Rhône inférieur, sont des régions où il tombe relativement peu d'eau. Dans les pays montagneux, à altitude égale, les pluies sont beaucoup plus abondantes sur le versant exposé à l'action directe des vents humides que sur le versant opposé. Lorsqu'une masse d'air s'élève le long de la pente d'une montagne, elle se refroidit progressivement, son état hygrométrique augmente, et les nuages se condensent; cette condensation est d'autant plus active que la différence des températures est plus grande et que l'air venu de la plaine était d'abord plus voisin de son point de saturation.

Le phénomène inverse se produit sur l'autre versant : en

descendant la pente opposée à la direction du vent, l'air se réchauffe et se dessèche; la pluie est faible et quelquefois nulle. C'est ainsi qu'une très forte proportion des pluies amenées par les vents d'ouest sur le plateau de Langres et le haut Morvan se déversent dans le bassin de la Seine; de même, le versant occidental des Vosges reçoit beaucoup plus d'eau que le versant du Rhin. Le minimum du bassin supérieur de l'Allier est encore plus manifeste; quelle que soit la direction des vents pluvieux, les masses nuageuses, avant de parvenir à la vallée qui s'étend de Clermont jusqu'au delà de Brioude, perdent une grande proportion de leur vapeur à la rencontre des hautes montagnes qu'elles doivent préalablement franchir. Cette vallée est fortement abritée des vents de l'est par les montagnes du Forez, des vents du sud par les monts d'Aubrac et les monts de la Lozère, des vents de l'ouest par les monts d'Auvergne; découverte seulement du côté du nord, elle n'est accessible qu'aux vents de cette direction, qui sont habituellement secs.

Si la portion géographique des minima de pluie est constante, il n'en est pas ainsi des maxima, que l'on peut classer en trois groupes : 1° ceux qui sont dus à l'altitude proprement dite; 2° ceux qui s'expliquent par l'influence combinée de l'altitude et de la situation relativement aux vents pluvieux; 3° ceux qu'il faut rattacher à l'action du voisinage de la mer. Pour les premiers, la règle est absolue : les points culminants reçoivent constamment plus de pluie que les lieux environnants, à une altitude moindre; le Puy-de-Dôme, le pic du Midi, le mont Pilat, et en général tous les sommets élevés, sont dans ce cas. Mais il n'en est pas de même des maxima dus au voisinage de la mer ou à la situation topographique par rapport aux vents pluvieux. Les maxima des collines de la Normandie, de la Bretagne et du Poitou sont dus à la fréquence des vents d'ouest, qui apportent l'air humide de l'Océan, et c'est pendant la saison froide qu'ils se manifestent avec le plus de netteté; mais ces maxima peuvent être considérablement amoindris et même disparaître complètement si la pluie se produit par les vents du sud-est.

Le maximum du bassin de l'Adour est dû à la prédominance des vents de l'ouest ou du nord-ouest; celui des montagnes de l'Ardèche provient des pluies amenées par les vents du sud-est. En étudiant séparément chaque groupe de pluies, on reconnaît qu'un maximum dans le bassin de l'Adour correspond généralement à un minimum sur le versant méridional des Cévennes, et réciproquement. En effet, lorsque les basses pressions s'étendent sur l'Europe centrale ou l'Italie, les vents soufflent d'entre nord et ouest en France; l'air chaud et humide venant immédiatement de l'océan Atlantique est emporté vers

les Pyrénées par les vents de cette direction; il se refroidit alors au contact du sol, et la vapeur d'eau se condense abondamment. Au contraire, le même courant doit produire des effets tout opposés sur le bassin de l'Ardèche, abrité des vents du nord-ouest par les Cévennes et par le plateau central, sur lesquels les nuages se sont dépouillés d'une grande partie de leur humidité; de plus, lorsque ce courant a franchi la crête des monts de la Lozère et du Vivarais, il se réchauffe en descendant la pente de la montagne; son état hygrométrique diminue : on sait, du reste, que les vents du nord-ouest sont des vents secs dans le bassin du Rhône.

Mais au contraire, si les faibles pressions couvrent l'Espagne, un courant général de sud-est s'établit en France, principalement dans le Midi. L'air, qui s'est chargé de vapeur au-dessus des eaux de la Méditerranée, vient se heurter contre le versant sud des Cévennes, et les condensations y sont d'autant plus énergiques que le refroidissement est plus grand. Les vents de cette direction n'arrivent dans le bassin de l'Adour qu'après avoir abandonné leur humidité en franchissant les Pyrénées.

D'un autre côté, et bien que la Carte annuelle accuse une grande analogie entre la répartition de la pluie et le relief du sol sur la région montagneuse du centre de la France, cette relation n'apparaît pas d'une manière aussi absolue si l'on entre dans le détail des observations. Les fortes pluies ne tombent pas simultanément dans toute l'étendue du plateau central; elles sont limitées aux versants exposés à l'action directe des vents pluvieux. Lorsqu'elles sont amenées par des vents de l'ouest ou du sud-ouest, ce qui est le cas le plus fréquent, elles s'écoulent sur le versant océanien et donnent lieu aux maxima des monts d'Aubrac, du Cantal et de la chaîne des Puys; au contraire, les pluies du sud et du sud-est sont retenues sur le versant méditerranéen et expliquent les maxima du Ventoux et des montagnes de l'Ardèche.

Les lois de la distribution des pluies, que M. Belgrand a formulées dès 1865 pour le bassin de la Seine, se vérifient ainsi sur les Cartes, et la généralisation de ces lois apparaît plus nette chaque année, grâce aux Commissions météorologiques départementales, qui, développant une des plus essentielles de leurs attributions, étendent progressivement le réseau d'observations en établissant de nouvelles stations méthodiquement choisies.

Recherches sur la faune marine de la fosse de Cap-Breton, près Biarritz.

Depuis plusieurs années, M. le marquis de Folin, ancien officier de marine et capitaine du port de Bayonne, s'occupe

activement de l'étude de la faune marine du littoral de la Gascogne, et à plusieurs reprises il a fait, dans une localité appelée la fosse de Cap-Breton, des recherches qui ont beaucoup intéressé les zoologistes et qui ont été encouragées par l'Association scientifique de France. Il en a exposé les résultats dans un Recueil spécial, intitulé *Les fonds de la mer*, qu'il publie avec la collaboration de M. L. Périer, de Bordeaux, et de M. Fischer, naturaliste attaché au Muséum d'Histoire naturelle. Enfin, cet été, avant de prendre part à l'expédition du *Travailleur*, dont nous avons parlé dans un des précédents cahiers *du Bulletin hebdomadaire* [1], M. de Folin, accompagné de deux savants anglais, MM. Gwyn Jeffreys et A. Norman, a visité de nouveau la fosse de Cap-Breton, et M. Gaston Tissandier, qui assistait à ses opérations, en a rendu compte dans un article dont nous nous empressons de reproduire la majeure partie.

« La fosse de Cap-Breton est une cavité sous-marine très curieuse; bordée au fond de la mer par des falaises sans cesse immergées qui tombent presque à pic, elle est creusée jusqu'à une profondeur de 200^{m} au-dessous du niveau des eaux; les roches sous-marines qui en constituent les parois sont les mêmes que celles qui forment le cap Saint-Martin, près de Biarritz, et qui disparaissent dans le voisinage de la grotte désignée sous le nom de *Chambre-d'Amour*, c'est-à-dire que c'est le grès nummulitique qui reparaît sur les bords de la fosse ou *gouff* (désignation du pays) de Cap-Breton. Le fond de la fosse est tapissé d'une vase qui a quelque analogie avec les faluns de Saubrigues. On y trouve en effet une des coquilles caractéristiques de ceux-ci, mais à l'état vivant, la *Nassa semistriata*. L'importance des découvertes faites dans la fosse semble consister dans la preuve d'une connexion entre la faune méditerranéenne et cette partie du golfe de Gascogne.

» Comme particularité assez remarquable, nous citerons la découverte dans la fosse d'une très remarquable espèce d'un genre créé par Deshayes pour des coquilles qui n'appartenaient qu'aux terrains tertiaires. Cette coquille est la *Vasconia Jeffreysiana* (Hindsia).

» Nous pourrions citer quelques autres espèces spéciales à la localité de la fosse, et dont la connaissance est également due aux recherches de MM. de Folin et Périer. Sur les parties supérieures des parois de la fosse se rencontrent des sables très divers, qui diffèrent totalement de la vase de son lit. Ces sables contiennent des animaux de toute espèce.

---

[1] *Voir* le Rapport de M. le professeur Alphonse Milne Edwards, inséré dans le *Bulletin* du 15 août.

» Voici en quoi consiste l'opération du draguage à laquelle nous avons assisté.

» Un bateau spécial à la localité et désigné sous le nom de *pinasse* est conduit par huit rameurs et un patron. Ce bateau peut aussi aller à la voile. Une fois arrivé à l'emplacement voulu, on laisse descendre dans la mer la drague, formée d'un demi-cylindre de tôle auquel est adapté un sac profond, constituant ainsi un récipient d'assez grande capacité. Quand cette drague est plongée au fond de la fosse, on l'y traîne en faisant avancer le bateau à la surface de l'eau, et on la remonte à bord pour recueillir la vase dont elle est pleine. Cette vase est déversée dans des seaux. Dans le cas d'un fond de sable, on emploie une autre espèce de drague, formée d'une sorte de cadre métallique évasé fixé à l'ouverture d'un filet. La première drague seule est usitée pour recueillir la matière boueuse qui constitue le fond de la fosse.

» La vase ainsi recueillie au fond de la mer paraît, au premier abord, être formée d'une masse dénuée de tout intérêt et absolument dépourvue d'êtres organisés ou vivants. Pour trouver les animaux dont elle abonde, sauf ceux de grande taille (poissons, crustacés, etc.) qu'elle peut contenir quelquefois, et que l'on extrait directement, il faut la soumettre à l'opération spéciale du tamisage, organisée de la manière suivante à Cap-Breton.

» La pinasse revient au port et remonte le chenal, où elle s'arrête sur un rivage ombragé de tamaris. Les matelots débarquent les seaux de vase recueillis à des profondeurs différentes; un grand baquet est rempli d'eau; une pelletée de vase est versée dans un triple tamis, formé de trois tamis à mailles de plus en plus fines et s'emboîtant les uns dans les autres. Ce système de tamis est mouillé et agité à la surface de l'eau du baquet; la vase se délaye et passe à travers des mailles, où il reste des cailloux, des pierrailles avec des organismes de petite dimension. Une fois la vase tamisée, les tamis sont remis aux naturalistes, assis près du rivage; ils cherchent minutieusement à la loupe les coquilles ou les êtres vivants qu'ils veulent recueillir, et qui, pour la plupart, sont de très petites dimensions; ils les saisissent à l'aide de pinces et les conservent dans de petites fioles pleines d'alcool pour les étudier postérieurement. Les coquilles sont recueillies dans de petites boîtes à l'air libre.

» Pendant les quelques jours de dragages opérés à la fosse de Cap-Breton du 10 au 15 juillet, voici la liste des petits Mollusques les plus intéressants qui ont été recueillis et déterminés par MM. de Folin, Gwyn Jeffreys et Norman :

» *Terebratula caput serpentis*, *Megerlia truncata*, *Argiope decollata*, *Teredo megotara*, *Neæra cuspidata*, *Tellina balaustina* et *serrata*, *Coralliophaga*, *Lithophagella*, *Venus rudis*,

Cardita corbis, Pythina Mac-Andrewi, Lepton subtrigonum, Galeomma Surtoni, Leda fragilis, Modiolaria subclavata, Pecten testæ, Dentalium gracile, Siphonodentalium Lofotense, Cadulus Olivi, Dischides bifissus, Craspedotus Tinei, Circulus Duminyi, Bulla utriculus, Volvula acuminata, Ringicula auriculata, odostomia, obliqua, acuta, excavata, Eulima curva (Jeffreys), espèce non décrite, *Rissoa cancellata, Abyssicola Oceani, Jetlandica, proxima, vitrea, Defrancia reticulata. Pleurotoma brachystoma, Murex lamellosus.*

» Les Bryozoaires suivants, recueillis pendant les mêmes opérations, ne semblent pas avoir encore été reconnus dans le golfe de Gascogne :

» *Crisidia cornuta, Membranipora flustroides, Lepralia Cecelii, figularis, ansata, auriculata, Hippothoa carinata, Atea recta, Diastopora obelia* et *sarniensis, Aroboscina granulata, Crisidia cornuta.*

» Les Crustacés de grande taille n'ont pas été recueillis lors des derniers dragages dans la fosse, et les Amphipodes obtenus n'ont pas pu être tous déterminés à première inspection. Parmi ceux qui ont été reconnus, nous citerons :

» *Polybius Henslowii, Ebalia Cranchii, Portunus depurator, Xantho tuberculata, Pagurus meticulosus?* qui paraît être une nouvelle espèce de *Lophogaster*, se distinguant du *Lophogaster typicus* de Sars par sa carapace.

» Parmi les *Entomostraca*, citons le *Nebalia bipes* et le beau *Philomedes Folini*, qui jusqu'ici n'a été reconnu que dans la fosse de Cap-Breton.

» Les Échinodermes qui ne se trouvent point sur la liste publiée par M. Fischer (1), et qui ont été déterminés, sont les suivants :

» *Ophiactis Ballii, Ophioglypha albida* et *affinis, Amphiura filiformis* et *Chiazii, Amphipholis tenuissima, Bryssopsis lyrifera, Cucumaria lactea* et *elongata.*

» Parmi les autres espèces intéressantes, mais qui ne sont pas nouvelles à cette faune, sont : *Ophiocorida brachiata, Holothuria tubulosa, Synapta digitata* et *inhærens.*

» La curieuse *Haliphysema ramulosa* de Bowerbank, qui jusqu'ici n'avait été trouvée qu'à Guernesey et sur les côtes du Devon, a été aussi recueillie.

» Ajoutons que la jolie *Polytrema miniaceum* a été trouvée abondamment sur une grande pierre draguée à 35 brasses et que le remarquable Rhizopode *Astrorhiza limicola* de Sandahl a été rencontré à 130 brasses.

---

(1) Paul Fischer, *Bryozoaires, Échinodermes et Foraminifères marins du département de la Gironde et des côtes du sud-ouest de la France.* 1 broch. in-8°, 1870.

» On voit par la précédente liste, que nous devons à l'obligeance de MM. Gwyn Jeffreys, Norman et de Folin, combien sont intéressantes les investigations sous-marines au point de vue zoologique. Elles n'offrent pas moins d'intérêt sous tous les autres rapports, et la Géologie, la Physique du globe ont à attendre d'innombrables résultats de ce genre d'exploration. »

Nous ajouterons que le Conseil de l'Association scientifique, voulant témoigner de l'intérêt que lui inspirent les travaux de M. de Folin, lui a accordé une nouvelle subvention de 500fr, applicable à l'exploration de la fosse de Cap-Breton.

Les tremblements de terre et leur étude scientifique; par M. **Albert Heim**, professeur à Zurich. [Suite (1)].

II. — *Théorie des tremblements de terre; questions qui s'y rapportent et recherches à faire pour les résoudre.*

Il y a longtemps qu'on se demande quelle est la cause des tremblements de terre. Souvent le problème a semblé résolu, souvent on a donné des théories plus ou moins ingénieuses et plus ou moins satisfaisantes pour l'époque; on a tenu les tremblements de terre pour l'effet des fluctuations des vapeurs, pour des tentatives d'éruptions volcaniques, pour des orages souterrains, pour des écroulements de cavités internes, pour l'effet des marées du noyau central de la Terre, etc., etc. Ce n'est que récemment que l'on est arrivé à l'idée très juste que les tremblements de terre sont des phénomènes, manifestations de causes très diverses.

Si nous voulons connaître la cause d'un tremblement de terre, il nous faut avant tout en déterminer le point de départ, ce que nous appellerons le *foyer*. Cela a été le travail des quinze dernières années de localiser le foyer de quelques tremblements de terre, leur position, leur profondeur et leurs rapports avec la structure locale des couches terrestres. Jusqu'à présent trois méthodes ont été employées pour arriver à cette détermination.

1° *Détermination du foyer par l'étude de l'intensité des secousses.* — Il est évident que l'intensité de la secousse est normalement plus forte près du foyer que plus loin. Mesurons l'intensité de la commotion à l'aide d'instruments appropriés, ou simplement réunissons les documents qui nous parlent des effets extérieurs des tremblements de terre, et nous arriverons à déterminer le point où la secousse a été la plus forte. Traçons par exemple, sur une Carte, une ligne qui enceindra la

(1) *Voir* le *Bulletin* du 8 août 1880.

surface sur laquelle les murs maçonnés ont été renversés ou fendus, une seconde ligne qui entourera la surface où des meubles ont été déplacés, une troisième ligne enfin, celle où la secousse a simplement été perçue. Ou bien encore recherchons les points où la secousse a présenté le caractère d'une commotion et ceux où l'on a parlé d'un mouvement ondulatoire. Ou bien encore réunissons les points où une, où deux, où trois secousses ont été distinguées. Toutes ces lignes entoureront d'une manière plus ou moins exacte le foyer du tremblement de terre et permettront de le localiser; en outre, la forme même de ces lignes d'enceinte concentriques fera connaître la forme du foyer. Ajoutons que cette forme prouvera que rarement le foyer d'un tremblement de terre est un point unique; le plus souvent c'est une ligne ou plutôt une surface. Ces lignes concentriques seront, cela va de soi, bien plus exactes si, au lieu d'être tracées d'après des rapports peut-être insuffisants, elles ont pour base l'observation précise d'instruments comparables entre eux.

2° *Détermination du foyer par l'étude de la direction de la secousse.* — La secousse se propage, à partir du foyer, dans une direction centrifuge dans tous les sens; il en résulte que, si dans quelques localités situées autour du foyer nous avons des observations un peu précises sur la direction de la secousse, nous n'avons qu'à porter ces directions sur une Carte, et le point de rencontre de ces lignes nous indiquera le foyer du tremblement de terre. L'application du procédé n'est cependant pas toujours aussi simple. Souvent on a de la peine à discerner si ce que l'on a senti est l'effet d'une vibration du sol par suite d'un choc qui s'est propagé circulairement ou bien si ce n'est pas le résultat d'un déplacement durable du sol sur lequel nous reposons. Si nous avons affaire à ce dernier cas, la direction de la secousse ne peut évidemment nous servir en rien pour déterminer le foyer du tremblement de terre. Aussi a-t-on reconnu que, dans cette méthode, il y a profit à n'employer que les directions observées assez loin du foyer, et non celles qui lui sont trop rapprochées. Une seconde difficulté de cette méthode, c'est que les observations faites dans les habitations sont souvent faussées par l'orientation des murs, qui peuvent modifier d'une manière sensible la direction de la secousse. Du reste, nous n'arrivons le plus souvent à déterminer que l'angle formé par la direction de la secousse avec la méridienne; quant à la question de savoir si le choc a eu lieu dans un sens ou dans l'autre, du nord-est au sud-ouest, par exemple, ou du sud-ouest au nord-est, elle est fort difficile à résoudre, même si l'on a les indications d'instruments spéciaux; on n'y arrive le plus souvent que par la comparaison des observations analogues, faites sur les différents districts

de la surface ébranlée. En effet, ni l'étude de nos sensations ni l'étude des tracés des instruments enregistreurs ne peuvent nous dire si la commotion que nous ressentons est due à la mise subite en mouvement du sol ou au retour subit au repos après un mouvement qui avait commencé progressivement; les deux phénomènes opposés produiraient sur nous et sur les instruments les mêmes impressions. Dans certains cas, cette étude de la direction de la secousse a fourni des données précieuses pour la détermination du foyer et pour la constatation des déplacements consécutifs des couches du sol ; dans d'autres cas, les résultats ont été purement négatifs. Dans un paragraphe suivant, nous donnerons quelques détails sur l'étude de la direction de la secousse par les impressions de l'observateur et par les effets mécaniques du choc.

3° *Détermination du foyer par l'étude du temps.* — Il est évident que, dans un tremblement de terre, l'ébranlement du sol commence dans le foyer même, et qu'il se propage successivement à distance. Réunissons sur une Carte, par des lignes, tous les points où le tremblement de terre a été perçu en même temps; ces lignes seront concentriques et permettront de déterminer le point et la forme du foyer de la secousse. Cette méthode est théoriquement la meilleure, mais en pratique elle est fort difficile à utiliser. En effet, même les pendules des stations télégraphiques, ce qu'il y a de mieux réglé dans l'ensemble du pays, ont à peine une exactitude de marche suffisante. La secousse du tremblement de terre se propage avec une vitesse de 400^{m} à 500^{m} par seconde; entre deux localités qui sont à 40^{km} de distance, la différence du temps où la secousse est perçue peut s'élever à environ une minute et demie. On voit par ce chiffre la difficulté d'une pareille étude et l'attention qui doit présider à sa mise en œuvre.

La détermination de l'instant de la secousse a encore été utilisée de la manière suivante pour calculer la profondeur du foyer au-dessous de la surface du sol. Le moment où le tremblement de terre est perçu est d'autant plus retardé que le lieu d'observation est plus éloigné du foyer de la secousse; mais la valeur de ce retard, très faible pour les points qui sont situés directement ou presque directement au-dessus du foyer, augmente sensiblement à mesure que l'on s'éloigne du centre du tremblement de terre ; ce retard finit, à une certaine distance, par être égal à la vitesse de transmission d'un ébranlement dans les couches de la terre. D'après cette donnée, dont il serait facile de démontrer la justesse, on arrive à calculer la profondeur du foyer de la secousse ; les chiffres que l'on a obtenus jusqu'à présent par des calculs de cet ordre indiquent une profondeur de 7000^{m} à 35000^{m}. Mais ces calculs

sont encore sujets à de graves erreurs. Ils sont, en particulier, basés sur la supposition que le foyer est un point unique, tandis qu'il a souvent une très grande étendue, qu'il est même souvent développé suivant une surface fortement inclinée; ces calculs supposent aussi que la vitesse de transmission de la secousse est la même à toutes les profondeurs et dans toutes les roches, ce qui n'est pas exact. D'autres auteurs ont essayé de déterminer la profondeur du foyer en étudiant la direction des fissures ou lézardes dessinées sur des murs verticaux. Pour ce qui me concerne, je suis convaincu que les foyers de tremblement de terre sont en général situés à une profondeur beaucoup moindre que celles que nous venons de citer. Je me fonde sur le fait que les couches profondes sont trop ductiles, par suite de la pression qu'elles ont à supporter, pour pouvoir subir les ruptures violentes qui causent les tremblements de terre; les couches superficielles seules sont assez fragiles et assez cassantes. C'est là qu'il faut chercher l'explication du fait que les tremblements de terre sont en général très faibles dans la profondeur des puits de mines.

Les quelques essais de détermination du foyer des tremblements de terre que l'on a tentés jusqu'à présent en Italie et dans les Alpes ont une grande valeur pour la recherche des causes du phénomène. Il a été démontré, premièrement, que les foyers se rencontrent constamment dans des régions où les couches du sol sont disloquées et qu'ils coïncident avec des lignes de dislocation, c'est-à-dire avec des lignes suivant lesquelles la croûte terrestre avait été déjà auparavant rompue et déplacée. En second lieu, on a reconnu que, si dans une même région une série de tremblements de terre se succèdent, le foyer des secousses se déplace progressivement, et qu'il avance en suivant la ligne de dislocation. Tantôt cette ligne de dislocation est une ligne de plissement, c'est-à-dire qu'elle est parallèle à la chaîne des montagnes; dans ce cas, la surface ébranlée est une zone qui longe la chaîne, et les foyers des tremblements de terre successifs avancent parallèlement à celle-ci. Tantôt la ligne de dislocation traverse directement les chaînes des montagnes; cela a lieu lorsque les couches ont été déplacées horizontalement et que les couches et même les chaînes rompues ne coïncident plus ensemble. Dans ce cas, l'aire ou les aires successives des tremblements de terre coupent transversalement les chaînes de montagnes. Les premiers sont les tremblements de terre *longitudinaux;* les derniers sont les *transversaux*. Les observations modernes semblent donc avoir prouvé des relations entre les tremblements de terre et certaines dislocations et certains plissements des couches terrestres, dislocations et plissements qui sont les causes de la formation des chaînes de montagnes.

Un fait qui vient à l'appui de ces vues, c'est la fréquence plus grande des tremblements de terre dans les régions du globe où les montagnes sont de toute nouvelle formation; c'est ainsi que, sur quelques-unes des côtes qui sont les plus affligées par les tremblements de terre, nous constatons des soulèvements saccadés et successifs, dont la valeur totale est parfois très importante. C'est ainsi encore que parfois, à la suite de violents tremblements de terre, on a reconnu l'ouverture de fissures parallèles aux chaînes de montagnes; on a même vu des déplacements, ou verticaux ou horizontaux, dans les couches des deux côtés de ces lignes de fissure (Polistena et Catanzaro en Calabre).

En réunissant toutes ces observations, nous arrivons à conclure avec une grande probabilité que le tremblement de terre est un des phénomènes de la formation des montagnes; il se développe dans la croûte terrestre des tensions qui amènent des ruptures violentes, des déplacements, des glissements et, comme conséquence de ces mouvements, un ébranlement du sol perceptible à une plus ou moins grande distance. J'ajouterai que d'autres faits nous prouvent le développement progressif, lent, mais souvent saccadé, des fentes et dislocations de la croûte terrestre : ce sont, par exemple, la structure des filons métalliques, la valeur relative du déplacement des couches plus anciennes et plus modernes des deux côtés d'une ligne de dislocation, la valeur relative du déplacement, dans la même fissure ou dans différentes fissures, de la même montagne, etc. L'apparition de nouvelles secousses le long d'une ancienne ligne de dislocation est un signe d'un développement ultérieur de celle-ci.

La circonférence de la Terre a été autrefois plus considérable qu'à présent [environ de 1 pour 100 (Heim)]; cela ressort d'une manière évidente de la structure des chaînes de montagnes. La couche extérieure du globe a dû s'affaisser à mesure que le noyau se rétrécissait; il en est résulté une compression latérale qui a déterminé successivement tous ces plissements et tous ces déplacements gigantesques que nous constatons dans la croûte terrestre. L'existence actuelle des tremblements de terre nous prouve que le travail de rétrécissement de la croûte terrestre se poursuit lentement et constamment, et qu'il occasionne encore continuellement des éboulements, des glissements et des ébranlements dans les couches profondes.

Telles sont les conclusions auxquelles sont arrivés la plupart des géologues qui ont travaillé la question des tremblements de terre pendant les dix dernières années. Cependant les preuves à l'appui de ces points de vue ne sont pas encore assez décisives pour que l'on ait mis définitivement de côté

les anciennes théories, quelque extrêmes que soient certaines d'entre elles. On est encore loin d'être d'accord sur tous les points. Gardons-nous donc de généraliser trop hâtivement et trop hardiment! Le nombre des tremblements de terre suffisamment étudiés est encore trop restreint. Toutefois, en résumant aussi prudemment que possible l'état actuel de nos connaissances sur la question, nous admettrons que les tremblements de terre n'ont pas tous la même origine et qu'il y a lieu de distinguer :

1° *Les tremblements de terre volcaniques*, qui précèdent les éruptions des volcans; leur centre, c'est le volcan; ils sont causés par l'effort graduel des masses de l'éruption et spécialement des vapeurs qui s'échappent de la lave en ébullition. Ces tremblements de terre ne se font pas sentir à de grandes distances.

2° *Les tremblements de terre d'effondrement*, causés par l'écroulement de cavernes souterraines; ces secousses sont peu violentes et purement locales.

3° *Les tremblements de terre de dislocation*, dont nous venons d'exposer le mécanisme; ce sont les plus nombreux, et à cette classe appartiennent la grande majorité de ceux qu'on ressent dans nos contrées.

Les marées d'un noyau liquide au centre de la Terre peuvent peut-être avoir une influence sur le moment de l'apparition des tremblements de terre, surtout dans les régions équatoriales; mais elles ne sauraient être la cause première et déterminante des tremblements de terre, comme plusieurs le croient sans preuves suffisantes. Ce n'est qu'après l'établissement d'une statistique très complète et très parfaite des tremblements de terre que l'on pourra juger de l'effet, sur ce phénomène, de la position de la Terre, de la pression barométrique, des saisons, etc.

En somme, nous pouvons dire que nous avons un aperçu de la théorie des tremblements de terre; mais toutes les conclusions demandent une vérification. Il est par suite essentiel avant tout de déterminer avec précision le plus grand nombre possible de foyers de tremblements de terre, et en second lieu d'établir une statistique aussi exacte que possible de cet ordre de faits naturels.

En outre des connaissances déjà acquises sur le phénomène, il y a une foule de nouvelles questions qui se posent et qui se développent à mesure que l'étude est plus avancée; j'en citerai comme exemple quelques-unes : 1° Nous ne sommes pas en état de comprendre et d'expliquer la nature du mouvement du sol pendant un tremblement de terre très violent. Ce mouvement se présente à nous comme celui d'un liquide en ébullition, comme de violents coups frappés par en bas, etc.

2° La théorie exige, pour chaque tremblement de terre de dislocation, qu'il y ait un déplacement réel des couches terrestres. Ce déplacement peut-il être constaté et mesuré directement? 3° Ce n'est que dans des cas exceptionnels que nous arrivons à distinguer les points où il y a eu déplacement durable des couches terrestres et ceux où il y a eu simplement transmission d'un ébranlement; cette distinction devrait cependant toujours être faite et la limite de chaque espèce de mouvement être tracée exactement. Cela ne sera possible que par l'emploi d'instruments bien appropriés; peut-être cependant y arriverait-on par une critique intelligente des rapports et des observations recueillis sur la région ébranlée. 4° Comment distinguer les différentes classes de tremblements de terre par la nature du mouvement? 5° N'y a-t-il pas d'autres méthodes que celles que nous avons citées pour la détermination exacte du foyer de la secousse et spécialement de la profondeur de ce foyer, etc., etc.?

Il reste encore, comme on le voit, un vaste champ ouvert à l'observation et à la théorie, ces deux modes d'investigation devant toujours s'appuyer l'un l'autre et se féconder mutuellement.

Il est évident que plusieurs de ces problèmes ne pourront être résolus que par des spécialistes et par les études prolongées d'hommes du métier; mais, à côté de ces travaux, nous avons besoin que l'on recueille le plus grand nombre possible d'observations, prises dans tous les recoins des districts ébranlés. C'est pour cette partie de la tâche que nous nous adressons à tous les amis de la Science, et c'est par leur concours que nous arriverons à la solution de ces difficiles questions. Le paragraphe suivant leur indiquera de quelle manière ils pourront fournir l'assistance demandée.

Chaque nouvelle découverte des rapports de cause à effet dans la nature est une conquête de l'humanité; elle aide l'esprit humain à se délivrer des terreurs vagues que lui inspiraient autrefois les mystères de la nature. Pour ceux qui veulent un but plus pratique à nos recherches théoriques, nous ajouterons que l'étude des tremblements de terre a déjà porté et portera encore des fruits importants et fort utiles aux travaux de l'ingénieur et du constructeur.

(*A suivre.*)

De la végétation des tourbières dans les environs de Troyes; par M. **Fliche**, professeur à l'École forestière. (Rapport présenté au Comité des Sociétés savantes par M. Chatin, membre de l'Institut.)

Chacun sait que les botanistes discutent encore sur la question de savoir quel est, de la composition chimique ou des

propriétés physiques du sol, l'élément qui exerce l'influence prédominante sur la distribution géographique des espèces végétales. La constitution physico-chimique des tourbières calcaires des environs de Troyes a paru à M. Fliche se prêter à des études susceptibles d'éclairer la question controversée.

Après avoir dressé, aussi complète que possible, la liste des plantes qui croissent dans ces tourbières, et tenant compte de leurs préférences pour les marécages, les terres calcaires, etc., il est conduit aux conclusions suivantes :

1° Les plantes dites *calcicoles* exigent pour se développer un sol riche en chaux et susceptible de s'échauffer beaucoup; là où l'une des conditions vient à manquer, du moins sous le climat du nord et du centre de la France, elles disparaissent souvent, l'autre restât-elle persistante.

2° Les propriétés physiques et chimiques du sol ont les unes et les autres une grande influence sur la végétation; on ne saurait négliger systématiquement les unes ou les autres sans s'exposer à de grandes erreurs dans la théorie et la pratique.

3° Les deux théories qui divisent généralement les botanistes géographes ont le tort d'être exclusives; la vérité est dans une synthèse tenant compte à la fois des influences physiques et chimiques du sol. Mais il semble qu'on doive, en beaucoup de cas, accorder la prépondérance à ces dernières.

Je ne saurais finir sans nommer quelques-unes des espèces les plus remarquables parmi celles qui ont motivé les conclusions formulées par M. Fliche. Je citerai comme plantes caractéristiques des stations humides : à Villechétif, les *Polygala austriaca, Paernasia palustris, Euphorbia verrucosa, Euphorbia palustris, Salix repens;* à Saint-Germain, le *Samolus Valerandi;* à Saint-Pouange, les *Cardamine amara, Sanguisorba officinalis.*

Les espèces calcicoles comptent : *Isatis tinctoria, Thlaspi perfoliatum, Iberis amara, Hippocrepis comosa* et *Coronilla varia, Helleborus fœtidus, Bupleuron foliatum.*

Citons enfin parmi les plantes ubiquistes ou indifférentes à la nature du sol : *Rhammus catharticus* et *Rhammus frangula, Sorbus aria, Lomicra xylosteum, Brassica asperifolia, Rubus cæsius,* etc.

Tremblement de terre de Manille.

Les nouvelles récentes de l'archipel des Philippines ont occasionné une pénible impression en Espagne. Une série de secousses de tremblements de terre, qui se sont produites les 20 et 22 juillet, ont presque détruit la ville de Manille et semé au loin dans tout l'archipel la ruine et la mort. Des per-

turbations atmosphériques ont précédé le premier tremblement de terre, qui dura 70 secondes avec un mouvement de rotation. C'était un dimanche, et après l'heure des offices, heureusement, car la cathédrale avec ses tours, plusieurs couvents, toutes les églises de paroisses furent détruits ou lézardés. Tous les édifices, dépôts et magasins de l'État se sont écroulés : l'arsenal, les casernes, le Palais de justice et celui du Gouvernement. Les maisons de particuliers tombées en ruine se comptent par centaines, surtout dans le quartier chinois, dont la population se refuse à évacuer la place. Les autorités, les Européens, le clergé, les moines, les Malais même sont allés camper hors ville, et bien leur a pris, car, le 20, il y eut deux oscillations de 55 et 40 secondes. Le capitaine général des Philippines télégraphie, le 22, qu'il ne reste plus un édifice debout dans Manille et que les campagnes aussi ont beaucoup souffert. C'est un désastre sans exemple. Le premier jour il y avait eu environ 25 morts et 20 blessés; le second, on croit que le nombre des victimes dépassera 250. La consternation est grande. Le tremblement de terre a dû être très violent cette fois; il a détruit des édifices qui avaient bravé jusqu'à trois secousses antérieures. Fort peu d'Européens ont péri, mais les pertes matérielles sont immenses, à tel point qu'on croit qu'à Manille seul elles dépasseront 400 millions de francs. Le Gouvernement a offert, par le câble, au gouverneur de l'archipel tous les secours qu'il peut désirer, et ce sera encore une charge pour le Trésor de la métropole.

Production de l'ozone.

Il résulte d'expériences dont MM. Hautefeuille et Chappuis ont communiqué les résultats à l'Académie que la production de l'ozone est fortement influencée par la température et par la pression. On la diminue très vite en augmentant la température ou en diminuant la pression. En représentant par 0,21 la quantité d'ozone produite à $-23°$, on trouve qu'elle est de 0,15 à 0°, de 0,10 à $+20°$ et de 0 à $+100°$.

Pour la pression, les résultats sont tout à fait analogues.

La conclusion évidente est qu'en opérant avec la collaboration d'un très grand froid et d'une très forte pression l'on obtiendra, dans les liqueurs, une proportion d'ozone inconnue jusqu'ici. C'est ce que les auteurs ne manqueront pas de vérifier expérimentalement.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

29 AOUT 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 22.

RAPPORT DE M. **de la Gournerie** A L'ACADÉMIE DES SCIENCES SUR LE PROJET CONTENU DANS LES DOCUMENTS DÉPOSÉS PAR M. **de Lesseps**, POUR L'OUVERTURE D'UN CANAL INTEROCÉANIQUE A PANAMA. (Extrait.)

En 1854, lorsque Mohammed-Saïd eut donné à M. Ferdinand de Lesseps la concession du canal de Suez à la Méditerranée, cette œuvre sortit de la voie incertaine où elle était engagée.

Des ingénieurs éminents appartenant à toutes les nations maritimes se réunirent sur l'appel que leur adressa notre compatriote et arrêtèrent les bases de l'entreprise. M. de Lesseps fit adopter son idée capitale d'un canal à niveau, véritable bosphore que les vaisseaux devaient franchir sans retards et sans difficultés. En second lieu, il fut décidé que, du côté de la Méditerranée, le canal ne serait pas dirigé vers un port existant, mais qu'on en construirait un pour lui sur le littoral de l'isthme. Plus tard on reconnut la nécessité d'ouvrir une rigole amenant des eaux dérivées du Nil sur les terrains où le canal devait être établi, pour les rendre immédiatement habitables et pour assurer dans la suite l'aiguade des navires.

Lorsque les études générales furent terminées, M. de Lesseps les soumit à l'Académie, qui confia leur examen à une Commission composée de Charles Dupin, Cordier, Élie de Beaumont, Dufrénoy et du Petit-Thouars. Dupin lut le Rapport dans la séance du 2 mars 1857. Après avoir fait l'historique de la question, examiné les détails du projet et recherché ses conséquences probables, il conclut en disant :

« La conception et les moyens d'exécution du canal maritime de Suez sont les dignes apprêts d'une entreprise utile à l'ensemble du genre humain....

» Nous vous proposons de déclarer que les Mémoires pré sentés par M. Ferdinand de Lesseps, tant en son nom qu'en celui de ses collaborateurs, sont dignes de notre approbation. »

En 1858, M. de Lesseps présenta divers projets de détail.

L'Académie en renvoya l'examen à la même Commission, dans laquelle Clapeyron prit une place vacante par la mort de Dufrénoy. Le nouveau Rapport, fait par Dupin, conclut à une approbation.

Le 20 novembre 1869, soixante-sept navires, portant 46000 tonnes, passèrent de la Méditerranée à la mer Rouge; le canal était ouvert dans des conditions qui permettaient un trafic immense. On pouvait désirer quelques perfectionnements, mais les dispositions générales furent immédiatement considérées comme définitives.

Attentive aux grandes applications des sciences, l'Académie décerna un prix au très habile ingénieur qui avait organisé l'outillage des chantiers (1); plus tard elle a ouvert ses rangs à l'homme désormais illustre qui a été l'âme de l'entreprise.

INDICATIONS GÉNÉRALES SUR LES ÉTUDES FAITES DANS L'ISTHME DE PANAMA POUR L'OUVERTURE D'UN CANAL.

Période de la domination espagnole. — En Amérique, la nature a opposé à la navigation un obstacle du même genre que celui qui a été si heureusement levé dans le vieux continent. Sous la domination espagnole, lorsqu'il eut été constaté qu'aucun passage naturel n'existe à travers l'isthme qui réunit le Mexique au Darien, on a vaguement conçu divers projets pour y ouvrir un canal, mais il paraît certain que des études sérieuses n'ont pas été entreprises. Notre confrère Alexandre de Humboldt a écrit après de minutieuses recherches :

« Aucune mesure de hauteur, aucun nivellement du sol n'ont jamais été faits dans l'isthme de Panama; ni les archives de Simancas ni celles du Conseil des Indes ne contiennent aucune pièce sur la possibilité de faire des canaux de communication entre les deux mers, et ce serait à tort que l'on accuserait le ministère de Madrid de vouloir cacher des choses dont il n'a jamais eu plus de connaissance que les géographes de Londres et de Paris. » (*Essai politique sur la Nouvelle-Espagne*, Supplément.)

Projet de MM. Lloyd et Falmarc. — Bolivar, devenu président de la Colombie, chargea MM. Lloyd et Falmarc de faire les études nécessaires pour l'établissement d'une voie de communication entre les deux océans. Le premier de ces ingénieurs a publié, dans le Volume de 1830 des *Transactions philosophiques* de la Société royale de Londres, un Mémoire qui contient le résultat de ses recherches.

A cette époque, le commerce opérait dans les mêmes con-

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, 7 juin 1869; Rapport du général Morin au nom de la Commission nommée pour le prix de Mécanique de la fondation Montyon.

ditions qu'au siècle dernier : les marchandises expédiées de Panama vers l'Europe étaient portées à dos de mulet, par des sentiers difficiles, à la Gorgona ou à Cruces, puis chargées sur des gabarres à fond plat (*chatas*) ou sur des pirogues (*bongos*), qui se rendaient à Porto-Belo en suivant la rivière de Chagres et la mer. D'après les renseignements donnés par Ulloa, les plus grands de ces bateaux pouvaient porter 35 tonneaux.

Afin de diminuer les frais du transport, M. Lloyd propose de construire un chemin de fer depuis Panama ou depuis une baie voisine (Chorrera) jusqu'au rio Trinidad, près de son confluent avec le Chagres. Il projette de plus l'établissement dans la baie de Limon d'un port destiné à remplacer Porto-Belo et la construction d'un canal dirigé de cette baie à la partie inférieure du Chagres, en coupant un seuil peu élevé désigné dans les pièces récentes sous le nom de *Loma de Mindi*. La longueur du canal ne dépasse pas 1^{km}.

La baie de Limon eût été protégée par un brise-lames appuyé à la rive occidentale et s'étendant sur une longueur d'environ 3200^{m} vers l'île de Manzanillo. Le port aurait été placé du côté de l'ouest.

Ce projet mérite d'attirer l'attention, parce qu'il est le premier document connu où l'importance de la baie de Limon ait été signalée et dans lequel on trouve des dispositions générales pour y former un établissement maritime.

Projet de M. Garella. — En 1843, M. Garella, ingénieur en chef des Mines, envoyé sur les lieux par le Gouvernement français, fit une étude complète et en publia dans l'année 1845 un résumé suffisamment détaillé. Il proposa d'ouvrir, de la baie de Panama à celle de Limon, un canal à écluses franchissant en tunnel la Cordillère et pouvant donner passage aux plus grands navires. C'est le premier travail d'ingénieur que l'on connaisse pour un canal interocéanique.

Les dispositions que M. Garella propose pour la baie de Limon se rapprochent beaucoup de celles que M. Lloyd avait adoptées. Il fait, comme lui, aboutir le canal dans la partie occidentale de la baie, et il établit le brise-lames du même côté, en ne lui donnant qu'une longueur de 1000^{m}.

Chemin de fer de Panama à Colon. — De 1849 à 1855, le colonel George Totten a exécuté, pour une Compagnie américaine, un chemin de fer de Panama à un établissement maritime créé tout exprès sur la baie de Limon, dans l'île de Manzanillo. Aucun môle d'abri n'a été construit.

Les dispositions adoptées pour ce nouveau port, connu sous les noms de Colon et d'Aspinwall, sont de tout point contraires à celles qui avaient été indiquées par M. Lloyd et par M. Garella. Il est probable que la profondeur du mouillage près l'île de Manzanillo a été la considération dominante. Dans l'état

actuel des choses, les plus grands steamers peuvent accoster les *wharfs* de Colon sans que des dragages aient été nécessaires.

Projets de MM. Lull et Menocal. — En 1875, une expédition envoyée par le département de la Marine des États-Unis d'Amérique, sous les ordres du commandeur Lull et de l'ingénieur Menocal, a fait une étude complète pour l'établissement d'un canal à écluses de la baie de Limon à Panama.

Projets étudiés dans les parties de l'isthme éloignées de Panama. — L'étude des autres parties de l'isthme n'a pas été négligée. En 1851, M. Barnard établit la Carte de la contrée comprise entre les golfes de Campêche et de Téhuantépec. La même année, MM. Childs et Fay s'occupèrent d'un canal par le lac de Nicaragua. A partir de 1852, M. Kelley, riche capitaliste de New-York, fit faire des recherches dans le Darien et près la baie de San-Blas. De grands travaux d'exploration, ordonnés par le gouvernement des États-Unis d'Amérique, ont eu lieu de 1870 à 1875 sous la direction de M. Selfridge.

Congrès des sciences géographiques de 1875. *Expédition de M. Wyse.* — Au Congrès des sciences géographiques tenu à Paris en 1875, la question du canal interocéanique fut sérieusement discutée; mais on reconnut que les renseignements réunis sur le Darien n'étaient pas suffisants et que, par suite, on ne pouvait pas choisir d'une manière définitive entre les tracés proposés.

Une Société civile pour l'achèvement des études se constitua alors à Paris, sous la présidence du général Türr. Elle réunit les capitaux nécessaires et, vers la fin de 1876, fit partir une expédition commandée par notre compatriote M. Wyse, lieutenant de vaisseau, qui déjà s'était beaucoup occupé de cette question. Il avait avec lui un autre officier de marine, M. Reclus, et plusieurs ingénieurs de différentes nationalités.

M. Wyse a consacré deux années à son exploration et l'a accomplie avec un grand succès. Il a étudié, outre le Darien, les contrées voisines de San-Blas, de Panama et du lac de Nicaragua; il a obtenu du gouvernement des États-Unis de Colombie qu'un privilège exclusif fût accordé à la Compagnie qu'il représentait pour la construction et l'exploitation d'un canal interocéanique sur le territoire de cette république. Enfin, avec la collaboration de M. Reclus et celle de M. Pedro Sosa, ingénieur colombien, il a établi le projet d'un canal à niveau de Panama à Colon.

Congrès international réuni à Paris en mai 1879, *sous la présidence de M. de Lesseps.* — La puestion présentait une grande complication, par suite de la variété des tracés étudiés dans des parties très différentes de l'isthme et des intérêts qui se rattachaient à chacun d'eux. Une discussion libre dans un

Congrès international pouvait seule jeter sur le problème une lumière suffisante et fixer l'opinion. Cette marche était d'ailleurs conforme à celle qui avait si bien réussi pour le canal de Suez. Sous les auspices de la Société de Géographie, M. de Lesseps convoqua à Paris, en 1879, des hommes considérables de toutes les nations.

Le Congrès ouvrit ses séances le 15 mai. La question y fut étudiée sous ses divers aspects. On examina les avantages et les inconvénients que présente chacun des projets eu égard à la salubrité du pays traversé, aux ressources locales, aux tremblements de terre, fréquents dans quelques parties de l'Amérique centrale, et qui pourraient être une cause de destruction pour les écluses, aux conditions dans lesquelles il est possible d'établir un canal avec ses deux ports d'accès et aux facilités qui en résulteront pour la navigation, enfin à la dépense probable des travaux et au temps nécessaire pour leur exécution. On discuta les dispositions générales que doivent avoir des travaux définitifs pouvant dès le jour de l'ouverture remplir complètement leur destination.

Le Congrès se prononça pour un canal à niveau, malgré la dépense qu'il entraîne. Un ouvrage de ce genre peut en effet, même lorsqu'il n'est qu'à une voie, avec des garages, suffire à un commerce très considérable : l'exemple de Suez ne peut laisser aucun doute sur ce point. Un canal à écluses n'a qu'une puissance limitée et impose aux navires des frais accessoires de quelque importance.

Cette première décision amena le rejet des projets de Téhuantépec et de Nicaragua. Les difficultés spéciales des tracés étudiés dans le Darien et près de San-Blas les firent ensuite repousser, et le Congrès se prononça à une grande majorité pour un canal de Panama à la baie de Limon, suivant les dispositions générales du projet établi par MM. Wyse, Reclus et Sosa.

Les comptes rendus du Congrès international de Paris ont été publiés. On y trouve des Rapports écrits par des hommes éminents et des discussions du plus haut intérêt. Ce document devra toujours être consulté lorsque l'on voudra connaître les études qui ont été faites pour la jonction des deux océans.

Bien des efforts ont été nécessaires pour amener la question dans l'état où le Congrès de 1879 l'a trouvée. Plusieurs des contrées qui ont dû être parcourues sont en effet occupées par des forêts où il est difficile de s'ouvrir un passage et par des marécages. La pluie, la fièvre jaune, les chaleurs excessives et les insectes y rendent, en quelques points, le séjour pénible et très dangereux pendant certaines saisons. Votre Commission aurait désiré laisser dans les *Comptes rendus* de nos séances un souvenir pour chacun des hardis explorateurs,

des pionniers de la Science auxquels on doit des renseignements précis sur les différentes régions de l'isthme, et surtout pour ceux qui ont succombé aux fatigues ([1]); mais les limites dans lesquelles il convenait de renfermer ce Rapport ne nous ont pas permis d'entrer dans des détails plus étendus.

Commission technique internationale. Rapport du 14 février 1880. — Après la clôture du Congrès de Paris, la Société civile, présidée par M. le général Türr, céda ses droits à M. de Lesseps. Notre confrère réunit alors une Commission internationale d'ingénieurs et se rendit avec elle à Panama. Cette Commission était composée de :

MM. le colonel Totten, ingénieur en chef du chemin de fer de Colon à Panama, et Wright, général du génie, pour les États-Unis de l'Amérique du Nord;

M. Dirks, ingénieur en chef du canal d'Amsterdam à la mer, pour les Pays-Bas;

MM. Boutan, ingénieur des Mines, Dauzats, ingénieur, chef de service au canal de Suez, Couvreux fils et Gaston Blanchet, ingénieurs de la maison de construction A. Couvreux et H. Hersent, pour la France;

MM. Pedro Sosa et Alejandro Ortega, ingénieurs, pour les États-Unis de Colombie.

Cette Commission est arrivée sur l'isthme le 30 décembre 1879 et elle y est restée jusqu'au 15 février 1880. Elle a fait exécuter sous ses ordres directs des travaux de sondage et des opérations de nivellement qui avaient été préparés par des agents expérimentés arrivés avant elle.

Le 14 février, les commissaires, réunis à Panama, ont décrit, dans un Rapport sommaire qui a été publié, les dispositions qu'ils ont adoptées pour les ouvrages.

Ces dispositions forment les bases essentielles du projet que M. de Lesseps a présenté à l'Académie et que nous allons examiner.

Description sommaire de la contrée traversée par le canal. — Dans la partie voisine de Panama, sur une longueur de plus de 600^{km}, la direction générale de l'isthme, à partir de l'Amérique méridionale, est de l'est à l'ouest. La mer des Antilles se trouve au nord et l'océan Pacifique au midi. Par suite de cette disposition, les Espagnols ont donné à ces mers les noms de *mer du Nord* et *mer du Sud*, que nous emploierons quelquefois, parce qu'ils indiquent parfaitement la situation.

La partie la plus étroite de l'isthme se trouve à 49^{km} de Panama, entre l'embouchure du Bayano et la baie de San-Blas,

([1]) Nous croyons pouvoir faire une exception en faveur de M. Durocher, correspondant de l'Académie, mort des fatigues d'une expédition dans le Nicaragua.

sur l'Atlantique. La distance des deux mers n'y est que de 50^{km}; elle atteint 58^{km} à Panama; mais la Cordillère, qui au droit de San-Blas s'élève à plus de 300^{m}, éprouve devant Panama une dépression considérable sur une longueur d'environ 45^{km}, depuis les *Altos de Maria Enrique* jusqu'aux flancs escarpés du *Cerro de Trinidad*. Dans la partie orientale de cette étendue on remarque quelques collines qui sont appelées *los Ormigeros*. Plus loin, la Cordillère, vue de la mer, se présente comme un plateau très boisé et sillonné par quelques cols. Le plus abaissé de ces passages est le col de la Culebra, situé au nord-ouest de Panama. Son altitude n'atteint pas 88^{m}. Le chemin de fer de Colon y est établi.

Rivière de Chagres. — La chaîne principale de la Cordillère est rapprochée de la mer du Sud, et les cours d'eau qui existent sur son versant méridional ont peu d'importance. Sur l'autre versant, la rivière de Chagres coule de l'est à l'ouest, au pied des montagnes. Près du village de Matachin elle reçoit le rio Obispo, qui descend du col de la Culebra, se détourne vers la mer du Nord et y porte ses eaux, généralement troubles, en suivant un lit sinueux ouvert dans une vallée qui est marécageuse en plusieurs endroits.

La superficie du bassin de cette rivière paraît être de 2650^{kmq}. L'altitude de Matachin au-dessus de la mer est d'environ 13^{m}.

Au même endroit, le débit moyen du Chagres est évalué à 100^{mc} par seconde. Il se réduit à 15^{mc} ou 20^{mc} à l'étiage et atteint 500^{mc} ou 600^{mc} dans les crues ordinaires. Certaines crues exceptionnelles donnent un débit de 1200^{mc}. Diverses observations tendent même à établir que celle qui a eu lieu en novembre 1879 a fourni pendant quarante-huit heures 1865^{mc} par seconde.

Port sur le Pacifique. — Les navires qui viennent à Panama mouillent à 4^{km} de la ville, dans une excellente rade abritée par un groupe d'îles, dont les principales sont celles de Perico et de Flamenco. Le débarquement des marchandises ne peut être fait qu'à l'aide d'un transbordement dans des chalands d'un faible tirant d'eau. On emploie des pirogues du même genre que celles qui naviguaient entre Cruces et Porto-Bello.

Le canal devra être prolongé jusqu'au mouillage de Perico. Il avait été question de l'établir, dans la baie, entre deux jetées de protection. Les études faites sur les lieux ont conduit à penser qu'il sera suffisant d'entretenir par des dragages une passe convenablement balisée, ayant une largeur de 150^{m} ou 200^{m}.

M. Garella avait adopté une autre disposition. Le canal qu'il a projeté débouche dans la petite baie de Vaca del Monte, où l'eau n'a que 3^{m},50 de profondeur à mer basse. On l'eût creusée de manière qu'elle pût recevoir à mi-marée les grands

navires, qui auraient attendu le moment d'entrer dans le canal à un bon mouillage situé près de l'île de Taboga, à 10^{km} de la côte.

La disposition actuelle paraît préférable à celle de M. Garella, tant sous le rapport nautique que parce que cette dernière conduit à faire passer le canal à un col plus élevé de 50^m que celui de la Culebra.

Port sur l'Atlantique. — Depuis les premières années des conquêtes espagnoles, Panama a été l'unique port de transit pour le commerce des côtés occidentales de l'Amérique du Sud (1), mais l'établissement maritime correspondant sur la mer du Nord a été déplacé deux fois. Établi d'abord à Nombre de Dios, point situé à peu près sur le même méridien que Panama, il a été transporté vers l'ouest dans l'année 1584, par l'ordre de Philippe II, et fixé à Porto-Bello, où les navires ont trouvé une baie sûre et profonde, entourée de hautes montagnes.

Il n'est pas possible d'amener un canal à Porto-Bello; mais, malgré l'excellence de son port, l'abandon de cette ville n'est pas à regretter. Des chaleurs extrêmes et l'humidité produite par les eaux qui découlent des montagnes y entretiennent pendant plusieurs mois une grande insalubrité. Porto-Bello a eu de l'importance quand tout le commerce se faisait, avant la saison dangereuse, dans une foire de quarante jours; mais il serait impossible d'y appeler un mouvement commercial qui doit, avec plus ou moins d'activité, se continuer pendant l'année entière.

Les ingénieurs et les marins s'accordent à reconnaître qu'un port ne peut être établi à l'embouchure même du Chagres; mais près de là se trouve la baie de Limon, qui est convenablement disposée. Elle a une étendue de 35^{kmq}, dont un tiers présente des mouillages de 9^m à 11^m. Sa rive orientale est prolongée par l'île de Manzanillo, sur laquelle la ville de Colon a été bâtie, et qui est maintenant réunie à la côte par le chemin de fer de Panama.

Le port de Colon est fréquenté par de grands paquebots depuis 1855. En temps ordinaire les débarquements y sont faciles. On lit dans les instructions publiées par le Ministère de la Marine (n° 564) :

« La baie (de Limon) étant complètement ouverte aux vents du nord, dans la saison où ils règnent, il y entre une forte houle; mais la tenue y est excellente et un bateau à vapeur y

(1) Cette ville n'a pas toujours eu exactement la position qu'elle occupe sur sa baie. Fondée en 1518, à l'embouchure du rio Algarobbo, elle fut détruite en 1670 par le pirate anglais Morgan. On l'a reconstruite à 8^{km} vers l'ouest, sur un rocher placé à l'extrémité d'une plage connue sous le nom de *playa Prieta*.

court peu de risques en s'aidant de sa machine. Ces vents ne soufflent guère qu'en décembre et en janvier. Ils sont du reste peu fréquents, et il est rare qu'ils soient violents. »

A la suite on trouve des renseignements précis sur des sinistres arrivés dans la baie de Limon. En octobre 1865 et en janvier 1873, des coups de vent ont causé de graves dommages aux ouvrages du port et aux navires, dont plusieurs se sont perdus. Nous ajouterons qu'en novembre 1879 un bâtiment a été drossé contre l'un des *wharfs* et l'a démoli.

Dans l'opinion générale, des ouvrages d'abri seraient très utiles.

M. Lloyd et M. Garella avaient proposé d'établir une jetée se détachant de la rive occidentale et de placer le port près de cette rive. La création de la ville de Colon sur l'île de Manzanillo a modifié la question. Il est nécessaire de faire aboutir le canal du côté de l'est, et d'assurer surtout le calme dans la partie voisine de la baie. La Commission technique internationale pense que ce résultat sera obtenu par la construction d'un môle de 2^{km} de longueur ayant son origine à l'île de Manzanillo, au nord des quais de Colon, et se dirigeant vers l'ouest avec une légère inflexion.

Votre Commission, Messieurs, est portée à regarder cette disposition comme la meilleure; toutefois, les renseignements qu'elle possède ne sont pas assez complets pour qu'elle puisse se prononcer d'une manière formelle. Elle croit qu'il serait nécessaire d'avoir des informations précises sur l'action du courant littoral, qui paraît porter de l'ouest à l'est, et sur les lieux où se déposent les vases entraînées par le Chagres.

En résumé, notre opinion est que la baie de Limon réunit d'une manière certaine les conditions nautiques nécessaires pour qu'on puisse y établir le port du canal sur l'Atlantique, mais que les études pour les ouvrages à y construire doivent être complétées.

Tracé général du canal. — Il est maintenant facile d'indiquer d'une manière générale le tracé du canal. Il prend son origine sur la mer du Nord, dans la baie de Limon, traverse le seuil de Loma de Mindi, se développe dans la vallée du Chagres, qu'il abandonne, à Matachin, pour celle de l'Obispo, franchit par une tranchée la Cordillère au col de la Culebra et, suivant la vallée d'un cours d'eau connu sous le nom de *rio Grande*, arrive dans la mer du Sud, près de Panama, en face de Perico. Sa direction générale est celle du nord-nord-ouest au sud-sud-est.

La longueur totale développée depuis la baie de Limon jusqu'à Perico est de 73^{km}.

Dans la partie suivante de ce Rapport, M. de la Gournerie

discute différentes questions techniques relatives à l'exécution des travaux; il ajoute :

Nous terminons en appliquant au canal de Panama les paroles de la Commission de 1857 sur celui de Suez, que « la conception et les moyens d'exécution de cet Ouvrage sont les dignes apprêts d'une entreprise utile à l'ensemble du genre humain », et, sous le mérite des diverses observations contenues dans ce Rapport, nous vous proposons de déclarer que les Mémoires présentés par M. Ferdinand de Lesseps sont dignes de votre approbation.

Les tremblements de terre et leur étude scientifique; par M. **Albert Heim**, professeur à Zurich. [Suite (1)].

III. — *Instructions sur la manière d'observer les tremblements de terre sans l'aide d'instruments spéciaux.*

Signalons dès l'abord deux points généraux.

Pour l'étude d'un tremblement de terre, nous pouvons utiliser non seulement les données positives, mais encore les données négatives. D'après cela, nous prions nos collaborateurs d'une part de nous indiquer les faits qu'ils auront observés et d'une autre part de noter l'absence des phénomènes qui n'auraient pas été représentés dans le tremblement de terre qu'ils décrivent. On comprendra facilement que, dans la comparaison des observations faites sur la surface ébranlée, la disparition successive, à la périphérie, des phénomènes caractéristiques des tremblements de terre permet de déterminer plus facilement le centre et les limites du foyer. En second lieu, remarquons que l'observation d'un tremblement de terre n'est pas chose facile; en face de ce phénomène mystérieux, l'esprit humain est saisi d'une émotion involontaire qui trouble la netteté de la compréhension. Il faudrait arriver à avoir les sens suffisamment excités pour qu'aucun détail du phénomène ne nous échappât et en même temps à n'être pas trop agité et troublé par l'étrangeté des faits qui nous surprennent. Quoi qu'il en soit, nous insistons sur la demande que nos collaborateurs nous communiquent toutes les observations qu'ils ont faites, quelque irrationnelles qu'elles puissent leur paraître. Qu'ils désignent par un ou plusieurs points d'interrogation (?) (??) (???) les faits sur l'exactitude desquels ils ont des doutes. Ce sera notre affaire de juger, par la comparaison d'autres observations provenant de localités voisines, quels sont les faits authentiques et ceux où il y a eu illusion des sens ou fausse interprétation de l'observateur. Ainsi donc, conscience

(1) *Voir* le *Bulletin* du 22 août 1880.

et exactitude dans les rapports que nous feront nos collaborateurs, mais pas de fausse timidité. Donnez-nous toutes vos observations, en nous indiquant par des signes le degré de certitude que vous leur attribuez.

Celui qui sait ce qu'il doit observer note beaucoup de choses qui lui auraient échappé s'il n'avait été préparé; nous allons donc attirer l'attention sur un certain nombre de points que nous estimons les plus importants. Nous nous référons du reste à notre questionnaire, qui développe suffisamment la plupart des points d'observation.

Tout ce qui pourra nous aider à la détermination du foyer aura une grande valeur pour nous. Nous avons déjà expliqué comment on arrive à cette détermination par l'étude du temps, de la direction et de l'intensité des secousses. Quelques mots encore sur l'observation de ces particularités.

La détermination du foyer par la comparaison des temps ne peut guère se faire que par l'emploi d'instruments spéciaux qui, au moment de la secousse, arrêtent une horloge à secondes. Mais, même en l'absence de ces instruments, l'observation aussi exacte que possible de l'heure de la secousse peut avoir une grande valeur; elle peut, en particulier, servir à séparer diverses secousses qui ont été senties successivement dans diverses localités. Pour cela, la simple montre de poche donne des indications suffisantes, si l'on a soin d'aller aussitôt à la station télégraphique la plus rapprochée vérifier à une fraction de minute près la marche de la montre. Pour noter exactement l'instant de la secousse, on recommande de compter les secondes dès que le choc est ressenti jusqu'au moment où l'on peut regarder l'heure à la montre.

Pour ce qui regarde la direction de la secousse, on doit indiquer d'abord l'impression produite sur les sens de l'observateur, puis ensuite une foule de faits qui aident à cette détermination. Quand la secousse est assez forte pour renverser des meubles ou simplement pour les déplacer, il y a lieu d'indiquer l'orientation par rapport à la méridienne de ces mouvements ou déplacements. Il est très important de donner l'orientation des murs qui ont été renversés et de ceux qui sont restés intacts ou qui ont été fendillés. La direction de la chute des cheminées donne souvent aussi des indications précieuses. Il y a même lieu, à l'occasion, de donner la direction des lézardes, car, par leur convergence, on est arrivé dans certains cas à déterminer la profondeur du foyer du tremblement de terre. L'orientation des pendules qui ont été arrêtées ou qui ne l'ont pas été peut indiquer la direction de la secousse : en effet, l'arrêt de la pendule ne peut être causé que par un choc dans un plan perpendiculaire au plan d'oscillation du balancier. D'un autre côté, les tableaux sus-

pendus à une paroi sont mis en mouvement par une secousse dirigée dans le plan de cette paroi; il faut donc toujours indiquer l'orientation des parois où les tableaux ont été mis en balancement et de celles où les tableaux n'ont pas bougé. Une détermination plus exacte encore peut être donnée par le balancement d'objets librement suspendus : lustres, cages d'oiseaux, etc. A l'instant où vous observerez un tel mouvement, tracez avec un crayon ou de la craie sa direction sur le plancher, et déterminez plus tard l'orientation de cette ligne à l'aide de la boussole. Le balancement de l'eau dans des bassins circulaires peut donner une direction très précise; si le bassin est quadrangulaire ou irrégulier, il y a lieu d'en indiquer la forme et l'orientation en même temps que la direction du balancement. Dans le cas où l'effet de la secousse sur les sens de l'observateur lui aurait indiqué une direction autre que celle que donne le déplacement des objets inanimés, nous vous prions de ne pas vous préoccuper de ce désaccord et d'indiquer très nettement cette divergence; nous pourrons en tirer des indications précieuses.

Toutes les données sur l'intensité de la secousse ou sur la nature du mouvement seront de la plus grande valeur; nous insistons encore sur cela.

Nous recommandons aussi éventuellement l'étude des mouvements communiqués à l'eau des lacs : dans le tremblement de terre de Lisbonne, en 1755, la plupart des lacs suisses furent mis en balancement. Donnez aussi exactement que possible l'heure et la minute des dénivellations de l'eau, le nombre des vagues; indiquez si ces vagues ou seiches ont commencé par une hausse ou une baisse de l'eau; cherchez à constater la propagation d'une vague, etc.

La plupart des autres observations que nous recommandons dans le questionnaire n'ont pas besoin de plus amples explications. Si vous remarquez des faits non signalés dans le questionnaire, leur constatation peut avoir dans certains cas une grande valeur pour l'étude du phénomène; veuillez donc nous les indiquer. Nous n'avons pas la prétention de restreindre dans le cadre de nos questions toutes les observations possibles sur les tremblements de terre.

Nous ajouterons enfin que les observations faites sans instruments devront être continuées, alors même que la Commission sera arrivée à trouver et à répandre dans le pays des instruments spéciaux pour l'étude des tremblements de terre; à côté des données des instruments, ces observations libres, faites sur les phénomènes de la nature, auront toujours une grande importance. Les deux modes de recherche doivent se compléter et amener à une connaissance toujours plus précise du phénomène.

IV. — *Questionnaire.*

Le questionnaire suivant, sous forme de feuille volante, est en dépôt chez les membres de la Commission d'étude. Que l'on en demande un ou plusieurs exemplaires par carte postale quand un tremblement de terre aura été ressenti; aussitôt ils seront envoyés. Nos collaborateurs sont priés de retourner le questionnaire, aussi bien rempli que possible, à l'un des membres de la Commission.

1° A quel jour, à quelle heure, et, si possible, à quelle minute et à quelle seconde, a-t-on ressenti un tremblement de terre?

2° La pendule qui a servi à la détermination de l'heure a-t-elle été comparée avec la pendule de la station de télégraphe? Quelle est la différence de marche au moment de la vérification?

3° Veuillez désigner aussi exactement que possible la localité où l'observation a été faite (canton, district, commune).

Désignez aussi l'emplacement dans lequel vous étiez lorsque la secousse a été perçue. Était-ce en plein air ou dans un bâtiment? Était-ce au rez-de-chaussée ou dans un étage de la maison? Quelle était votre occupation au moment de la secousse?

4° Quelle est la nature du sol sur lequel repose le lieu de l'observation (sol rocheux, sol d'alluvion, sol tourbeux, etc.)?

5° Combien y a-t-il eu de secousses? A quel intervalle de temps se sont-elles succédé?

6° Essayez de décrire la secousse. Était-ce un choc par en bas, une secousse latérale, un balancement plus ou moins lent, un mouvement de vagues, un tremblement, un frémissement du sol? S'il y a eu plusieurs secousses, ont-elles toutes eu le même caractère?

7° De quel côté est venue la secousse? Dans quelle direction s'est-elle propagée?

8° Combien de temps ont duré les chocs? Combien de temps a duré le tremblement consécutif?

9° Quels ont été les effets principaux du tremblement de terre? (*Voir* les explications ci-dessus, III.)

10° Pouvez-vous comparer ce tremblement de terre à d'autres phénomènes analogues auparavant ressentis par vous?

11° A-t-on entendu quelque bruit? Quelle en a été la nature? Étaient-ce de simples craquements des boiseries de la maison, ou bien était-ce un bruit souterrain? Était-ce un bruit, un coup, une détonation, un roulement?

12° Le bruit a-t-il précédé ou suivi la secousse? Quel a été le moment relatif des deux phénomènes?

13° Signalez toutes les observations extérieures qui peuvent,

de près ou de loin, se rapporter au phénomène : effets de la secousse sur les animaux, effets sur les sources, coup de vent, tempête concomitante, etc.

14° Y a-t-il eu des mouvements dans l'eau des lacs ou des étangs ? Décrivez ces mouvements.

15° Y a-t-il eu de petites secousses ayant précédé ou suivi la secousse principale ? A quel jour et à quel moment ont-elles eu lieu ?

16° Veuillez enfin nous donner les observations faites, dans votre localité ou les localités environnantes, par des personnes de votre connaissance. Veuillez aussi nous donner l'adresse de personnes capables de remplir, en tout ou en partie, un questionnaire analogue à celui-ci.

RAPPORT DE M. **Léon Vaillant**, PROFESSEUR ADJOINT AU MUSÉUM D'HISTOIRE NATURELLE, SUR UN MÉMOIRE DE MM. DE MONTAUGÉ FRÈRES, INTITULÉ *Études pratiques sur les ennemis et les maladies de l'huître dans le bassin d'Arcachon.*

On sait l'importance qu'a prise l'ostréiculture dans le département de la Gironde; ces recherches y présentent par suite un intérêt particulier, et la position des auteurs, qui dirigent l'un des grands parcs d'exploitation à la Teste, leur donne une compétence toute spéciale dans de semblables questions.

Le travail, disposé d'une manière très méthodique, est divisé en deux parties, la première relative aux ennemis de l'huître, la seconde, aux principales maladies qui peuvent atteindre ce mollusque. Les ennemis sont ou des végétaux ou des animaux. Parmi ceux-là, les auteurs citent le moussillon (*Zostera marina*), l'herbe à perruque (*Ceramium rubrum*), le maerle (*Ulva lactuca*), les conferves (*Ceramium diaphanum* et *Cladophora lætevirens*). Ces plantes nuisent à l'huître soit d'une façon indirecte, par les produits résultant de leur décomposition, les gaz hydrocarbonés et autres, lors de leur mort ou accidentelle à la suite d'arrachement par le flot ou naturelle en certaines saisons (c'est ce qui a lieu pour les zostères et les conferves), soit d'une manière directe, en s'attachant à l'huître et l'empêchant de pouvoir s'ouvrir, d'autres fois en formant sur la coquille des sortes de panaches assez touffus pour la soulever, la faire flotter et l'emporter au loin. Le *Ceramium rubrum* et l'ulve amènent fréquemment de tels accidents. Parfois un résultat analogue, non moins désastreux, est dû à l'action des conferves; lorsque les filaments qui les composent se détachent, ils forment un feutrage que la vague roule en longs boudins englobant tous les objets solides, pierres, mollusques, etc., qui se trouvent auprès d'eux; le flot entraîne ces amas ou les rejette sur le rivage; dans l'un et

l'autre cas, un grand nombre d'huîtres sont perdues pour le parqueur. A la suite de ces végétaux nuisibles, les auteurs citent les Diatomacées, dont le rôle est douteux, puisque, craintes en Angleterre, leur action sur le mollusque est recherchée en France; ce sont elles, en effet, qui donnent aux huîtres de Marennes leur couleur verte et cette saveur si appréciée des gourmets de ce côté du détroit. MM. de Montaugé exposent en détail la manière de préparer les claires (réservoirs servant à l'élevage des huîtres) pour obtenir l'huître verte et font cette remarque importante que, sous cet état, le mollusque n'est plus apte à la reproduction; les Diatomacées deviendraient donc essentiellement nuisibles dans les exploitations destinées à la récolte du naissain.

Les animaux ennemis de l'huître sont, en premier lieu des animaux broyeurs tels que les crabes (*Polylius Henslowei* et *Carcinus mænas*), qui s'attaquent aux jeunes huîtres, et certains poissons, la tère (*Trygon pastinaca*), la vieille de mer (*Crenilabrus viridis*), auxquelles leurs mâchoires, armées de dents plates, solides, permettent de briser même les huîtres parvenues à toute leur taille. Le thouy (*Carcharias glaucus*) est cité avec ces poissons : il est possible qu'en effet cet animal se nourrisse dans certains cas d'acéphales conchylifères; mais la forme de ses dents aiguës et comprimées ne paraît pas pouvoir lui permettre de broyer des coquilles un peu résistantes. Quelques mollusques, dont les ravages dans les parcs sont connus depuis longtemps, percent au moyen de leur langue le test et font périr l'animal, dont ils sucent le sang; tels sont, le camaillot ou bigorneau perceur (*Murex erinaceus*), le cornichon (*Nassa reticulata*). Enfin l'étoile de mer (*Asterias rubens*), en enlaçant l'huître au moyen de ses ambulacres, paraîtrait pouvoir l'empêcher de s'entre-bâiller; elle meurt ainsi, et les radiaires en font leur nourriture.

D'autres animaux agissent plutôt d'une manière indirecte. Tels sont le puceron de mer (*Talitrus saltator*), qui peut sauter fortuitement entre les valves et amène divers accidents, la moule (*Mytilus edulis*), le craquoy ou polype (?), lesquels, se fixant sur la coquille, en gênent le développement régulier. Certains vers amènent un résultat analogue en se logeant dans l'épaisseur du test. Un autre annélide, l'arénicole des pêcheurs (*Arenicola piscatorum*), fouille le sol des claires et peut provoquer le dégagement de gaz toxiques fort dangereux pour les animaux qui y sont contenus. On cite encore, parmi les ennemis indirects, les ascidies; ces molluscoïdes, à croissance très rapide, envahissent parfois les tuiles ou collecteurs destinés à recevoir le naissain et les couvrent à tel point que celui-ci est dans l'impossibilité de s'y attacher.

Les dégâts causés par ces différents êtres végétaux ou ani-

maux sont exposés clairement, et les auteurs indiquent d'une façon très pratique les différents moyens employés pour y porter remède.

Les principales maladies observées sur l'huître sont d'abord l'introduction, par l'entre-bâillement des valves, de limon noir, chargé d'hydrogène sulfuré et d'hydrate de fer, ou même simplement l'introduction de sable; ces corps étrangers peuvent amener le mal du mollusque ou, dans tous les cas, sont pour lui une cause de fatigue, soit qu'il les rejette, soit qu'il active pour les englober sa sécrétion calcaire : dans l'un et l'autre cas, il dépérit. La présence de l'eau douce mélangée en certaine proportion à l'eau de mer hâte, on le sait, l'engraissement; mais, si la quantité est trop forte, il en résulte une altération morbide que les auteurs désignent sous le nom d'*hépathite;* le remède s'indique de lui-même, mais est souvent d'une application difficile, la trop grande abondance d'eau douce ayant le plus souvent pour cause des crues subites, des débordements de ruisseaux en dehors des moyens d'action de l'ostréiculteur. Une autre maladie, mal déterminée et plus rare, amène l'amaigrissement de l'huître, qui en même temps adhère avec moins de force à sa coquille : c'est une sorte d'anémie, qui d'ailleurs ne paraît pas avoir amené de résultats trop désastreux. Il n'en est pas de même de la peste huîtrière, causée par le voisinage ou l'introduction dans les parcs de corps en putréfaction : une huître morte et qu'on a la négligence de laisser dans une claire peut, en se décomposant, amener la peste de tout ce qui l'entoure.

M. **Bertrand**, à Arbot (Haute-Marne), communique la Note suivante au Bureau central météorologique :

Le 14 août, de $10^h 35^m$ à 11^h du soir, j'ai observé un magnifique arc-en-ciel. Au sud le ciel était pur; au nord quelques nuages légers. Un peu avant 11^h, il est tombé quelques gouttes de pluie. Je n'ai remarqué qu'une seule nuance dans l'arc (nous avions encore 18° à 11^h).

Je crois ce phénomène rare; aussi je m'empresse de vous en faire part.

Électricité polaire des minéraux.

On sait depuis longtemps que certains cristaux hémièdres prennent des pôles électriques lorsqu'on les échauffe. MM. Curie annoncent que le même résultat est produit par une compression. Celle-ci d'ailleurs n'agit pas, comme on pourrait le croire, par la chaleur qu'elle développe, car ses effets sont les mêmes que ceux du refroidissement. Stanislas Meunier.

Le Gérant, E. Cottin,

Paris. — Imprimerie de GAUTHIER-VILLARS, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

5 SEPTEMBRE 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 23.

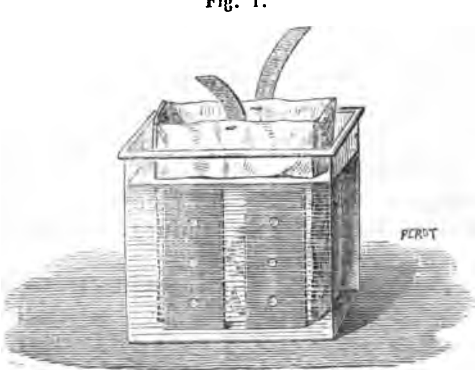
Note sur la pile Reynier; par M. A. Niaudet.

Une pile nouvelle vient d'être présentée au public savant; nous devons appeler l'attention sur cet appareil, qui paraît destiné à rendre les plus grands services et à remplacer les piles de Bunsen et de Grove dans toutes leurs applications.

La pile est ainsi composée : zinc, soude, sulfate de cuivre, cuivre.

Elle dérive de la pile Daniell, puisque la dépolarisation y est obtenue par le sulfate de cuivre; grâce à ce choix, la pile est dépolarisée complètement, et si, avec le temps, sa force électromotrice diminue, c'est sans doute parce que les liquides

Fig. 1.



changent de composition. C'est le cas des piles de Bunsen et de Grove, qui sont bien certainement dépolarisées d'une manière complète, mais qui cependant baissent avec le temps par une diminution de la force électromotrice.

La soude attaque le zinc et forme un zincate de soude avec dégagement d'hydrogène; ce gaz se substitue à une quantité équivalente de cuivre qui se dépose sur l'électrode cuivre, et une quantité équivalente d'acide sulfurique est mise en liberté.

D'autre part, le sulfate de cuivre agit sur la soude; il se fait du sulfate de soude et il se précipite de l'oxyde de cuivre. Cet oxyde, attaqué par l'acide sulfurique libre dont nous avons parlé plus haut, se transforme en totalité ou en partie en sulfate de cuivre.

Ces actions complexes donnent à la pile une force électromotrice qui peut atteindre $1^{volt},52$ et qui se maintient pendant deux ou trois jours supérieure à $1^{volt},5$ si la pile ne travaille pas; au bout de huit jours, la pile, étant abandonnée en circuit ouvert, est encore supérieure (sensiblement égale à 1^{volt}) : tout cela dans des conditions de construction que nous allons préciser.

La *fig.* 1 représente l'élément monté complet; les *fig.* 2 et 3, l'électrode de cuivre et celle de zinc.

Fig. 2.

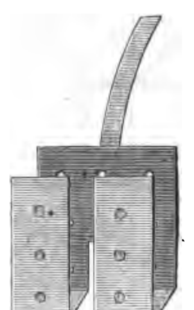
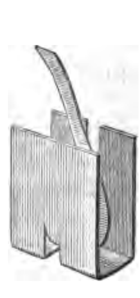


Fig. 3.



Ces deux électrodes sont, comme on voit, découpées dans une lame de métal, et leur queue est du même morceau sans soudure. L'électrode de cuivre est placée en dehors du vase poreux dans la cellule extérieure, celle de zinc au dedans.

Elles sont très voisines l'une de l'autre, et leur surface active est grande, d'autant qu'on peut les plonger entièrement dans le liquide, puisqu'on n'a pas de soudure à protéger contre son action.

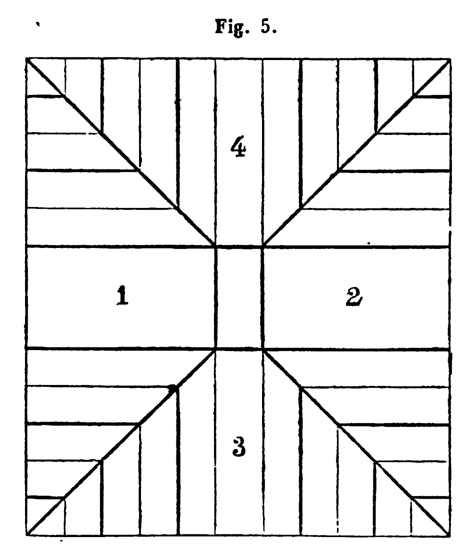
Le vase poreux est de papier parchemin; la *fig.* 4 le montre dans sa forme achevée; la *fig.* 5 montre la feuille de papier qui, par un pliage particulier, permet de réaliser ce vase de forme rectangulaire, sans couture ni collage.

M. Reynier a trouvé un vernis au moyen duquel il enlève toute porosité au papier dans les parties qui ne sont pas placées exactement entre les électrodes; grâce à ce perfectionnement, il ralentit beaucoup l'échange par osmose des deux liquides, sans augmenter la résistance intérieure de l'élément. Enfin, au lieu de n'employer qu'une seule feuille de papier, il en suppose deux, trois ou quatre suivant les cas. Cette augmentation d'épaisseur augmente bien un peu la résistance de l'élément;

mais elle a une autre influence capitale que nous allons faire connaître. La cloison multiple ralentit beaucoup le mélange des liquides, et voici pourquoi : deux liquides se mélangent d'autant plus vite au travers d'une cloison poreuse que leur composition diffère davantage ; or les liqueurs qui se trouvent dans les différents intervalles des papiers sont de compositions intermédiaires, et, par suite, l'échange entre elles et avec les liquides des deux cellules est beaucoup plus lent que si la cloison était unique, alors même qu'elle aurait l'épaisseur totale des cloisons partielles.

Fig. 4.

Fig. 5.



Si donc on a besoin d'une pile très active et très peu résistante, on emploiera une seule feuille de papier; mais le vase poreux est alors fragile et devra être réservé pour des cas très particuliers.

Le plus souvent on emploie des vases poreux à trois ou quatre feuilles de papier; ils sont solides et peuvent durer fort longtemps, surtout si l'on a le soin de vider les liquides au moyen de siphons, sans démonter les éléments ni pour la charge ni pour la décharge.

On voit que les vases, une fois montés, sont maintenus par des pinces de papetier, comme on en emploie dans les bureaux pour attacher des dessins.

Les *fig.* 6 et 7 montrent le vase poreux octogonal qui peut être employé avec des vases ronds très répandus et qui ne peuvent être mis en oubli.

Il nous reste à indiquer une particularité importante, relativement à la résistance des éléments. On a déjà compris que pour réduire cette résistance l'inventeur avait adopté des

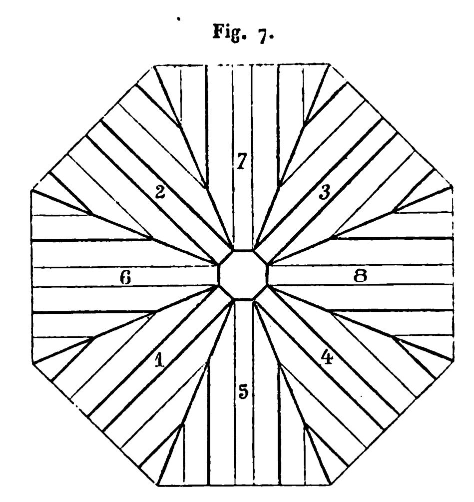
électrodes à grande surface, les avait placées fort près l'une de l'autre et avait adopté des vases poreux de très faible épaisseur.

Il a été au delà : il a ajouté au sulfate de cuivre d'une part, à la soude de l'autre, de petites quantités de sels solubles et conducteurs, chlorure de zinc, sulfate de zinc, sulfate de soude, chlorure de sodium. Ces sels ont été choisis de manière à ne pas agir chimiquement sur les liquides principaux de la pile ni les uns sur les autres. L'addition de ces matières a beaucoup augmenté la conductibilité des liquides, et c'est là un nouveau procédé qui appelle toute l'attention des physiciens.

Fig. 6.



Fig. 7.



Grâce à ces dispositions favorables, la résistance de l'élément de 3^{lit} de capacité descend, au moment du montage, jusqu'à $\frac{4}{100}$ ou $\frac{3}{100}$ d'ohm, tandis que la force électromotrice atteint $1^{volt},52$, comme nous l'avons dit plus haut.

	Constantes.		Travail.	
Désignation des piles.	E en volts.	R en ohms.	T en kilogrammètres.	T en calories.
Pile Bunsen, modèle ordinaire rond, hauteur $0^m,20$.....	1,80	0,24	0,344	0,796
Pile Bunsen rectangulaire, modèle Ruhmkorff, hauteur $0^m,20$..................	1,80	0,06	1,378	3,189
Pile Daniell, modèle rond, hauteur $0^m,20$..............	1,06	2,80	0,010	0,023
Pile horizontale W. Thomson, électrodes de 12^{dmq}.......	1,06	0,20	0,143	0,331
Pile cylindrique F. Carré, hauteur $0^m,60$...........	1,06	0,12	0,238	0,551
Pile Reynier, modèle rectangulaire, hauteur $0^m,20$...	1,35	0,075	0,619	1,440

Le Tableau ci-dessus a été dressé par M. Reynier, et présente la comparaison de sa pile avec plusieurs autres bien connues. On y trouve les forces électromotrices évaluées en volts, les résistances en ohms et le travail en kilogrammètres et en calories (gramme-degré); il s'agit ici du travail calorifique accompli dans un circuit extérieur de résistance égale à celle de la pile.

Excursion dans l'Himalaya. Extrait d'un Ouvrage de M. E. **Cotteau**, intitulé *Promenade dans l'Inde et à Ceylan*, publié par MM. Plon et Cie.

Pour appeler l'attention de nos lecteurs sur l'intéressant voyage de M. Cotteau, nous croyons ne pouvoir mieux faire que d'en reproduire les passages suivants, dans lesquels il rend compte d'une expédition dans l'une des parties les moins connues de cette région.

Le 24 novembre, à 3^h du matin, je quittai Delhi, accompagné d'un coolie porteur de mon léger bagage, et je me rendis à la gare du Scinde Punjab and Delhi railway.

Le jour se montre à Mirat, ville de quatre-vingt mille âmes, à 65^{km} de Delhi. Les casernes du cantonnement anglais sont visibles de la gare du chemin de fer; c'est de là que, le 10 mai 1857, partit l'étincelle qui, se répandant de proche en proche, devait allumer bientôt un si terrible incendie. C'était un dimanche; les cipayes des 11e et 20e régiments du Bengale donnaient depuis plusieurs jours des signes d'indiscipline, accusant leurs chefs de les obliger à se servir de cartouches enduites de graisse dont le contact impur devrait leur faire perdre leur caste. Profitant du moment où la population européenne se rend à l'église, ils entrent en révolte ouverte, massacrent leurs officiers accourus pour les faire rentrer dans le devoir, tuent tous les Anglais qui leur tombent sous la main, pillent et brûlent leurs maisons, et marchent sur Delhi, dont la garnison native ouvre les portes à l'insurrection.

A 11^h du matin, après un trajet de 177^{km}, je quitte le train à Saharunpore, petite station qui n'a d'autre importance que sa situation sur la route du *sanitarium* de Massourie, le plus accessible de l'Himalaya, que je désirais visiter avant de continuer ma route sur Lahore.

Pour la première fois je fais connaissance avec le *dak-bungalow* (maison des voyageurs). On donne ce nom à un petit bâtiment ordinairement composé de deux chambres à coucher avec une salle à manger commune. Cette précieuse ressource du voyageur dans l'Inde se rencontre à proximité de tous les centres importants ou bien, espacée à distance convenable, le long des routes fréquentées.

Un gardien, le plus souvent ancien cipaye, est attaché à l'établissement et loge dans les dépendances. Tout Européen, au prix de 1 roupie par jour, a le droit de s'installer au *dak-bungalow;* après vingt-quatre heures de séjour, il doit céder la place au nouvel arrivant, s'il s'en présente; mais, s'il ne vient personne, il pourra rester tout le temps qu'il désirera. Le règlement est affiché dans la salle. Si vous n'avez pas de serviteurs, le gardien ira acheter pour votre compte au bazar les provisions dont vous aurez besoin et fera lui-même votre cuisine; à votre départ, il sera tenu de vous représenter avec sa note le livre où vous êtes invité à inscrire le jour et l'heure de votre arrivée, le temps de votre séjour, le montant de vos dépenses et vos observations sur le service.

Grâce à cette institution, établie par le gouvernement pour faciliter les voyages de ses employés, le touriste européen est assuré, même dans les contrées les plus éloignées des lignes de chemin de fer, de trouver partout, sinon un hôtel, du moins un abri où, à défaut de luxe, il pourra se procurer le strict nécessaire.

Pendant les interminables préparatifs d'un assez mauvais déjeuner, je me renseigne sur les divers moyens de communication; j'apprends qu'il existe un service de voitures à volonté au prix fixé par l'administration à 9 roupies, pour franchir la distance de 77^{km} qui me sépare de Rajpore, village situé au pied même de la montagne. Le babou maître de poste paraissait peu disposé à me fournir les moyens de partir tout de suite; 1 roupie de pourboire que je lui donnai fort à propos vint réchauffer son zèle, et bientôt après une *tonga* attelée de deux chevaux m'attendait dans la cour du *bungalow*.

Ce véhicule, de construction fort primitive, se compose d'une caisse montée sur deux roues et munie de deux banquettes sur chacune desquelles deux personnes peuvent prendre place dos à dos; le cocher se tient sur le siège du devant, le voyageur lui fait équilibre en arrière et à reculons. Cette voiture est ouverte de tous côtés et surmontée d'un léger toit qui ne garantit que très imparfaitement de la pluie ou du soleil. Faute de place, le voyageur ne peut emporter avec lui qu'un fort mince bagage. De plus, comme il n'y a pas de ressorts, les moindres cahots de la route occasionnent des secousses fort désagréables. Pour vous maintenir en équilibre sur la planche étroite où vous êtes assis, vous devez arc-bouter vos jambes et vous cramponner vigoureusement à la barre de fer qui soutient le toit. Cet exercice est très fatigant au commencement, mais on finit par s'y habituer, surtout si le chemin n'est pas trop mauvais.

Nous partons à toute vitesse sur une large route bordée de touffes de bambous, d'euphorbes gigantesques et de catalpas

en fleur dont les branches se rejoignent et forment berceau au-dessus de nos têtes.

Les relais sont très courts, espacés de 6^{km} en 6^{km} seulement. Les chevaux sont rapidement attelés, presque libres sous un petit joug de fer, et partent tout de suite au galop, accompagnés jusqu'à l'étape suivante par le palefrenier, qui accomplit tout le trajet en courant à leurs côtés et les ramène ensuite à l'écurie. Quelquefois nous avons affaire à des bêtes vicieuses ou rétives qui refusent tout service; trois ou quatre hommes cherchent alors à les exciter par leurs cris; l'un pousse la voiture, un autre leur attache aux jambes de devant une corde qu'il tire de toutes ses forces. Les chevaux cèdent enfin, mais après un temps de galop s'arrêtent court et font mine de retourner en arrière; le mieux est de les laisser faire et de les ramener en ligne par un nouveau circuit.

A mi-chemin, nous franchissons la petite chaîne des *Siwalik;* le point culminant de ces montagnes, de formation calcaire, ne s'élève qu'à 1100^{m}. Sur les bords de la route, de hautes pyramides de terre et de sable, ravinées par les pluies, dressent leurs pics aigus.

Nous entrons dans le Doum, pittoresque vallée qui s'étend entre le Gange et la Jumna. L'Himalaya m'apparaît comme une sombre muraille, barrant à une hauteur énorme tout un côté de l'horizon. Le jour baisse rapidement; lorsque nous entrons à Dehra, la nuit est venue. Le conducteur fait résonner joyeusement sa trompette pour avertir les passants et lance les chevaux à fond de train dans l'unique rue de la petite ville. Tout à coup un choc épouvantable me lance sur la route; un lourd chariot, imprudemment remisé au travers du chemin, a causé l'accident. Heureusement nous n'avons aucun mal; mais la *tonga,* dont le timon s'était déjà brisé une heure auparavant et avait été réparé tant bien que mal, est maintenant complètement disloquée et tout à fait hors d'usage. Il faut en chercher une autre, et ce n'est que fort avant dans la soirée que je puis enfin me reposer et trouver un dîner passable à l'hôtel Hurst, à Rajpore. Ces sortes d'aventures sont très communes par ici : toutes les fois que l'on voyage en *tonga,* il faut s'attendre à une traversée accidentée.

Malgré tous ces désagréments et le manque absolu de confortable, ce petit trajet m'avait vivement intéressé. Le spectacle de la route est toujours très animé. A chaque instant on rencontre des cantonniers ou des casseurs de pierres accroupis sur leurs talons; des troupes de femmes demi-nues, se rendant aux travaux des champs, courbées sous le poids d'énormes fardeaux qu'elles portent sur leur tête; des voyageurs isolés, de types divers et de nuances plus ou moins foncées, marchant pieds nus dans la poussière, un long bambou à la main.

Voici des véhicules de toutes sortes, *hekkas*, *garries*, chars à bœufs, et d'énormes omnibus à deux étages où des Européens s'étendent à l'aise, couchés sur des nattes, à l'arrière, tandis que la foule des indigènes s'entasse à l'avant dans un étroit espace. Et puis, que de beaux arbres sur la route! Je ne me lasse pas d'admirer les *banians*, dont les racines, se détachant de l'extrémité des branches horizontales, s'efforcent de rejoindre les cônes de terre qu'une main prévoyante a élevés à leur rencontre, facilitant ainsi l'œuvre de la nature. Les écureuils sont si nombreux, qu'on en voit presque à chaque arbre du chemin; la familiarité des oiseaux, le peu d'inquiétude qu'ils montrent aux approches de l'homme, ont toujours le don de m'étonner.

Si dans la journée le soleil est très chaud, la température, par contre, se rafraîchit rapidement dès que la nuit arrive. Ce matin, le thermomètre ne marquait que 10°. Alors que je n'avais pas trop de mes doubles vêtements et de ma couverture, je voyais autour de moi bien des gens dont le costume complet ne se composait que d'un turban, d'un mouchoir et d'un bout de ficelle. Aussi la plupart de ces malheureux toussent-ils affreusement.

25 *novembre*. — La route carrossable s'arrête à Rajpore; l'altitude de ce village, situé à la base de l'Himalaya, est de 800^{m} seulement. Par delà, semblable à un mur, se dresse une chaîne abrupte dont la crête est mouchetée de taches blanches, que l'on prendrait à cette distance pour des petits champs de neige, et qui ne sont autres que les maisons de Massourie et de Landour, dominant la vallée d'une hauteur perpendiculaire de plus de 1500^{m}.

A 7^{h} du matin, je quitte l'hôtel en *jampan*, sorte de fauteuil allongé monté sur un brancard soutenu par les épaules de quatre coolies qui se relayent à chaque quart d'heure. Mes hommes se mettent en route d'un pas relevé qui ressemble assez à un petit trot; lorsqu'ils ont une côte rapide à monter, ils prennent une allure plus lente, mais toujours régulière. En somme, ce moyen de locomotion est fort agréable et peu dispendieux, car mes huit porteurs me coûteront à peine 8^{fr}, et encore devront-ils abandonner une notable partie de leur salaire au maître d'hôtel qui me les a fournis.

Un quart d'heure après avoir quitté Rajpore, l'ascension commence sérieusement à travers un fouillis de broussailles, d'euphorbes et de cactus. Toute cette partie de la route présente une grande aridité; ce n'est que plus haut que l'on rencontre des arbres véritables et susceptibles de donner une ombre bienfaisante.

Beaucoup de gens descendent de la montagne chargés de lourds fardeaux qu'ils maintiennent en équilibre sur leur tête

ou bien qu'ils suspendent aux deux extrémités d'un bambou formant balance sur leur épaule. Aux approches de la mauvaise saison sur les hauteurs, la plupart des habitants déménagent. Il faut que le salaire des coolies soit bien minime, pour que l'on fasse faire à dos d'homme le transport d'objets fort lourds et de si peu de valeur, tels que caisses de fleurs pleines de terre, pots de géraniums, de fuchsias, etc.

Je me croise avec une bande de montagnards aux types et aux costumes entièrement nouveaux pour moi : ce sont des Thibétains. Coiffés d'un bonnet de feutre noir, ils portent des souliers ferrés, des pantalons de laine grossière et d'épaisses robes ouatées. Chacun d'eux s'arrête à tour de rôle et, se rangeant sur les bords du chemin, s'incline jusqu'à terre en me saluant d'un respectueux *salam saheb,* tandis que, du haut de mon fauteuil ambulant, je réponds gravement à leur politesse par un geste plein de dignité, comme si je leur donnais ma bénédiction.

Je rencontre aussi quelquefois des voyageurs à cheval et des Anglaises couchées dans un hamac suspendu à un long bambou que deux hommes courant pieds nus sur les cailloux du chemin portent sur leurs épaules. Mais je me garde bien de les saluer, sachant par expérience que j'en serais pour mes frais.

A mi-chemin, mes hommes font une halte de quelques minutes devant un *bungalow* près duquel sont installés des marchands de graines, de galettes et de fruits. Pour 2 annas je les régale de superbes bananes.

Enfin, après de longs circuits sur un chemin partout bien entretenu, et qu'avec peu de travail on pourrait rendre praticable aux voitures, j'arrive à 11^{h} du matin à Himalaya Hôtel, l'un des meilleurs que j'aie rencontrés dans l'Inde. Dans l'été, il regorge de voyageurs; mais actuellement il n'y vient guère que quelques touristes de passage.

Je consacrai tout le reste de la journée à de charmantes promenades aux environs, cherchant les meilleures stations pour embrasser à la fois la vue lointaine des cimes de l'Himalaya et la profonde vallée du Dehra-Doum. Les maisons de Massourie et de Landour sont jetées comme au hasard sur une crête étroite, suspendues les unes au-dessus des autres, accrochées aux flancs escarpés de la montagne. Elles sont presque toutes entourées d'un petit jardin où croissent les arbres et les fleurs de l'Europe, et reliées entre elles par de jolis sentiers bien sablés.

Parmi les excursions que l'on peut faire à Massourie, la plus intéressante, celle qui donne l'idée la plus complète de la physionomie particulière à l'Himalaya, est le tour du Camel-Back. Un chemin admirablement entretenu et toujours hori-

zontal, bien que le terrain soit partout extrêmement accidenté et qu'il ne s'abaisse que pour se relever presque aussitôt, circule suspendu aux pentes abruptes voisines du sommet de ce premier gradin de la puissante chaîne. Du côté du nord, la végétation est bien plus vigoureuse. Quelques arbres ont perdu leurs feuilles, d'autres sont couverts d'un feuillage jaunissant panaché de nuances rouges d'un éclat surprenant; parmi bien des essences qui me sont inconnues, je remarque de grands rhododendrons et plusieurs variétés de chênes verts à peu près semblables à ceux de nos climats.

Bien que l'astre du jour soit encore très élevé sur l'horizon, l'air est pur; sa fraîcheur délicieuse forme un heureux contraste avec l'atmosphère étouffante de la plaine. A de certaines places qui n'ont pas encore été atteintes par les rayons du soleil, on voit encore des traces de gelée blanche.

Quelle promenade enchanteresse! Immédiatement au-dessous de moi se creusent de profondes vallées; d'élégants cottages à demi cachés sous des massifs d'eucalyptus s'abritent dans tous les replis du terrain. La vue s'étend au premier plan sur tout un chaos de montagnes séparées par de sombres fissures où bondit un torrent écumeux, et par delà un second plan, formé par une région couverte de noires forêts de sapins, s'arrête sur les cimes neigeuses qui bordent l'horizon au nord.

Tandis que, de ce côté, la pureté du ciel est telle qu'elle permet de saisir tous les reliefs des montagnes, la vaste plaine qui s'étend au sud disparaît sous un voile de brouillard, d'où émergent seuls les monts Siwalik.

Je gravis le point culminant du *sanitarium*, 2700^{m} environ au-dessus de la mer. En face de moi, les blanches maisons de Landour s'étagent, à une altitude encore plus considérable, le long d'une arête étroite et boisée. Plus loin, à une énorme distance, des champs de neige aux crêtes dentelées, illuminées par les rayons du soleil couchant, se teignent d'or et de pourpre, et semblent flotter dans les airs comme une légère dentelle. Peu à peu les nuances s'adoucissent, se fondent en passant du rose au blanc mat et finissent par disparaître dans la brume qui s'élève du fond des sombres ravins.

Reverrai-je jamais un pareil spectacle? Ces pics éternellement glacés qui se dressent à plus de 8000^{m} de hauteur, ce sont les plus hautes montagnes du globe; elles servent de frontières au Thibet mystérieux. Cette plaine infinie qui, semblable à l'Océan, se déroule à mes pieds, c'est la riche vallée du Gange et de ses tributaires, qui s'étend à partir d'ici sans interruption sur plus de 1600^{km} jusqu'à la mer.

Dans la soirée, un feu pétillant réunit au salon les convives de la table d'hôte. Une dépêche vient d'annoncer un premier

succès de l'expédition anglaise dans l'Afghanistan. Cette nouvelle rendant mes voisins plus communicatifs que d'habitude, je profite de la bonne disposition dans laquelle ils se trouvent pour leur demander des renseignements sur la route que je me propose de suivre au delà de Lahore. Le chemin de fer de la vallée de l'Indus vient d'être entièrement livré à la circulation, de Moultan à Kurrachee; trois fois par semaine, un service de bateaux à vapeur met cette dernière ville en communication avec Bombay. Mais on me déconseille fort de prendre cette route nouvelle. Pendant trois jours et trois nuits on ne traverse qu'un désert de sable; les travaux, précipités en vue de la guerre, sont à peine terminés, les stations inachevées; l'installation générale laisse beaucoup à désirer. C'est une route stratégique. Je me doutais bien un peu de tout cela; mais ces renseignements précis, venant de source autorisée, car mon interlocuteur est ingénieur de l'Indus valley State railway, mettent fin à mes hésitations. De Lahore, je reviendrai sur mes pas pour gagner Bombay par Allahabad.

26 *novembre*. — Ce matin, au point du jour, par une fraîche température de 7°, je quitte Massourie à pied pour redescendre à Rajpore, accompagné d'un coolie porteur de mon bagage. En route, je jouis tout à mon aise de l'admirable vue des montagnes éclairées par le soleil levant. Plusieurs fois, j'aperçois des singes dégringolant avec un bruit infernal à travers les feuilles sèches, se poursuivant d'arbre en arbre, poussant des cris semblables à des aboiements et faisant des bonds prodigieux par-dessus le chemin.

Je rencontre, comme hier, un grand nombre de coolies; les uns portent une longue planche sur leur tête; plusieurs autres se réunissent pour transporter par le même moyen une énorme poutre; j'en vois qui se mettent à douze pour porter une barrique de bordeaux; douze autres relayeurs les suivent.

A 9^h, j'ai franchi les 13^{km} qui séparent Massourie de Rajpore; une heure après, je traverse en *tonga* la riche plaine de Dehra, renommée par sa nature pittoresque, ses plantations de thé et ses beaux jardins. Ici comme à Massourie existent plusieurs collèges et institutions de jeunes gens, venus de toutes les parties de l'Inde pour y faire leurs études sous ce climat tempéré, aussi sain qu'agréable. Dans les cantonnements anglais, la route est une véritable allée de parc bordée d'agaves gigantesques, de bambous épineux et d'acacias couverts de longues grappes de fleurs jaunes.

Mon trajet de retour s'accomplit sans autre incident que le refus obstiné de quelques chevaux qui préfèrent se laisser assommer plutôt que de faire le moindre effort. Dans ce cas, les indigènes ont recours, et presque toujours avec succès, aux moyens dont j'ai déjà parlé; le malheureux animal, effaré

par les cris, tiraillé par devant, poussé par derrière, se relève sur ses jambes et part brusquement.

En attendant l'heure du départ, je me repose à la station de Saharunpore, tout en observant la foule des natifs qui viennent prendre le chemin de fer avec leur grande pipe si incommode et un faisceau de longues cannes à sucre qu'ils déchirent à belles dents et mâchent comme de véritables ruminants, sans même se donner la peine d'en enlever l'écorce. Pendant tout leur voyage, ils ne prendront probablement pas d'autre nourriture.

Enfin, à 7h, le train part; je vais augmenter encore de 382km la distance qui me sépare de Calcutta.

Cette nuit fut très fraîche. A mon arrivée à Lahore, douze heures après mon départ, le thermomètre ne marquait que 6°. Je me fis conduire tout de suite à la poste; je trouvai plusieurs paquets de lettres et de journaux : j'avais enfin le bonheur de recevoir des nouvelles de ma famille, à 3000 lieues de distance et après cinquante-six jours de séparation.

Note sur un thermomètre différentiel de démonstration; par M. H. Dufour.

Pour montrer dans les Cours de Physique les principaux phénomènes dus au rayonnement de la chaleur, on emploie ordinairement la pile thermo-électrique et un galvanomètre. Si ce dernier instrument est un appareil à réflexion (tel que celui de M. Wiedemann), il est facile de rendre visible à un très nombreux auditoire des phénomènes thermiques des plus délicats. Le seul inconvénient que présentent ces deux appareils est leur prix élevé; c'est pour cela peut-être que l'étude du rayonnement de la chaleur est si souvent négligée dans les Collèges qui ne possèdent que de faibles ressources. C'est pour rendre possible à chacun l'étude de ces phénomènes que j'ai construit l'instrument suivant, qu'il est facile d'exécuter partout à un prix très modique [1].

Un tube en V très largement ouvert (les deux branches forment un angle de 140° environ) est terminé à l'une de ses extrémités par une boule noircie. Un levier horizontal, en bois très léger, réunit les deux branches comme le ferait la barre horizontale d'un A retourné (∀); ce levier tourne

[1] Lorsque l'instrument décrit ci-dessus a été construit, je ne connaissais pas le thermographe décrit par M. Marey, et qu'il emploie pour l'inscription des variations de la chaleur animale (*voir* la *Méthode graphique dans les sciences expérimentales*, par M. E.-J. Marey, p. 314). Cet appareil me paraît être plus difficile à construire que celui que je propose, mais il a l'avantage d'avoir une boule fixe.

autour d'un axe horizontal fixé au milieu de sa longueur; sur l'axe est une aiguille verticale qui se meut devant un cadran divisé, également vertical.

Une petite colonne de mercure est introduite dans le tube, de telle sorte qu'elle en occupe la partie inférieure; l'équilibre étant établi, l'aiguille indicatrice est sur le zéro de la graduation. Dans ces conditions, tout échauffement de la boule produit une dilatation de l'air qu'elle contient, et par conséquent un déplacement de l'index de mercure, sous l'influence duquel l'appareil s'incline plus ou moins; il revient ensuite au zéro quand l'action de la source de chaleur cesse d'agir.

Pour régler l'horizontalité du fléau, un petit curseur en laiton peut être placé sur le levier à une distance variable de l'axe. Enfin le mouvement de l'appareil est très régulier si l'on a soin d'introduire dans le tube avec le mercure une petite quantité d'acide sulfurique concentré, qui protège les surfaces terminales du mercure contre l'oxydation.

Pour employer cet appareil à l'étude des phénomènes de la chaleur rayonnante, on place un cône en laiton poli intérieurement à une petite distance de la boule; les substances diathermanes à étudier sont fixées entre la petite ouverture du cône et la boule; la chaleur d'une bougie renvoyée par un petit réflecteur suffit pour la plupart des expériences. L'étude des pouvoirs absorbants et émissifs des diverses substances se fait facilement en préparant un certain nombre de petits disques de cuivre (tels que les rondelles de cuivre d'une pile de Volta); chaque disque est couvert d'un côté de noir de fumée, de l'autre de la substance dont on veut déterminer le pouvoir absorbant. Tous ces disques étant chauffés ensemble dans un vase de métal, il suffit de les placer successivement à la même distance de la boule, la substance à étudier étant en regard de la boule, pour déterminer les pouvoirs émissifs.

Si l'on place ces mêmes disques tous à la même distance d'un poêle ou d'une source de chaleur quelconque, les faces différentes tournées contre la source de chaleur, puis qu'on mette successivement la face noire de chacun d'eux en regard de la boule, on constate l'inégalité de leurs pouvoirs absorbants par l'inégalité des déviations de l'instrument.

Comme on le voit, l'instrument n'est autre chose qu'un thermomètre différentiel à une boule, mais dont les indications sont plus faciles à voir à distance que celles des appareils de Rumford ou de Leslie. Il va sans dire que, l'appareil variant avec la pression barométrique et la température du milieu ambiant, il faut, avant de commencer une série d'expériences, établir l'horizontalité du levier en déplaçant le petit curseur.

On peut réaliser cet appareil de dimensions très variables. Celui que j'emploie a un levier de $0^m,14$ environ de longueur; l'index de mercure a $0^m,05$. J'en ai construit un autre beaucoup plus petit, de $0^m,03$ seulement de longueur, dont la boule n'a que $0^m,005$ environ de diamètre et dont le tube est presque capillaire; on peut, avec l'instrument, constater assez facilement la distribution de la chaleur dans le spectre solaire. L'instrument peut être aussi construit à deux boules comme le thermomètre différentiel ordinaire, mais il est moins sensible. (*Archives suisses.*)

Note sur la Loire, le Loiret et les courants souterrains du val d'Orléans; par M. Sainjon.

Le val d'Orléans est situé sur la rive gauche de la Loire; on sait que ce val est sillonné par des courants souterrains, auxquels sont directement empruntées les eaux qui alimentent la ville d'Orléans depuis l'année 1864; c'est également à ces courants qu'est liée l'existence des sources fort connues du Loiret.

Les eaux souterraines dont il s'agit proviennent de la Loire elle-même, mais elles y rentrent toutes, après un trajet relativement peu considérable.

On peut indiquer le point où commencent les premières pertes souterraines de la Loire. Ce point est situé près du hameau de Bouteille (commune de Guilly), à 41^{km} en amont d'Orléans. Il ne peut y avoir de doute à cet égard, car des jaugeages comparatifs que j'ai fait faire avec le moulinet de Voltman n'accusent pas de différence sensible à Bouteille et en amont de Bouteille, tandis qu'ils donnent des chiffres plus faibles à peu de distance en aval.

On peut également indiquer et même préciser le point où la rentrée en Loire des eaux perdues s'est intégralement effectuée; ce point coïncide avec l'embouchure du Loiret (9^{km} en aval d'Orléans), et l'on retrouve immédiatement en aval de cette embouchure les mêmes débits qu'en amont de Bouteille : c'est ce qui résulte également des nombreuses opérations faites avec le moulinet de Voltman.

La restitution à la Loire des eaux qu'elle a perdues n'a pas uniquement lieu à ciel ouvert par le Loiret; elle a lieu en outre par des rentrées de fond, dans le lit même de la Loire. Ces rentrées ne commencent qu'auprès d'Orléans, de sorte que c'est là que le fleuve est réduit à son minimum de débit, ou, en d'autres termes, c'est au droit d'Orléans que la somme des courants souterrains du val atteint son débit maximum.

Les variations d'état de la Loire amènent nécessairement des variations corrélatives dans ses pertes souterraines, et celles-ci en amènent à leur tour dans les débits du Loiret.

La Loire a donc, entre Bouteille et le confluent du Loiret, deux cours, l'un à ciel ouvert, le long des escarpements qui règnent presque sans interruption sur la rive droite, l'autre à travers le val d'Orléans, et celui-ci est souterrain, du moins en grande partie, puisqu'une fraction seulement des eaux dérivées devient visible au Loiret.

Quant au val d'Orléans, il se présente sous la forme d'une grande dépression, d'une superficie de 14400^{ha}, dont le niveau moyen est seulement de 4^{m} à 5^{m} au-dessus des plus basses eaux de la Loire, et il est limité sur la gauche par des coteaux. C'est au pied de ces coteaux que coulent d'abord le petit ruisseau du Dhuy, puis le Loiret, qui n'est que la continuation du Dhuy, mais du Dhuy brusquement transformé par les sources abondantes provenant de la Loire.

La configuration topographique que je viens d'indiquer est la conséquence du mouvement de dislocation qui a déterminé la faille dans laquelle s'est établi le cours de la Loire. Or cette faille se subdivise, à Bouteille, en deux branches qui se rejoignent au confluent du Loiret : la Loire coule dans la branche de droite, le Loiret dans la région la plus accentuée de la branche de gauche, et l'îlot compris entre ces deux branches s'est affaissé pour former le val d'Orléans.

Les sondages ont appris, de plus, qu'il existait dans le val d'Orléans de nombreuses fissures et même des cavernes. Cela est facile à comprendre, car l'affaissement auquel ce val correspond n'a pu s'opérer sans fendiller les couches calcaires dans bien des directions. Il faut donc se représenter les deux branches, rive droite et rive gauche de la faille, comme communiquant ensemble, sous le val d'Orléans, par un plus ou moins grand nombre de conduits souterrains.

Tout s'explique dès lors : la Loire arrive à Bouteille par une faille unique à travers l'argile plastique ; la faille se bifurque à Bouteille, et cette bifurcation concorde avec l'apparition, sous les sables et graviers du lit du fleuve, des calcaires fissurés à travers lesquels commencent les pertes qui alimentent les courants souterrains du val d'Orléans. Puis, à partir du point où les calcaires émergent dans les branches de la faille, c'est-à-dire près du château de la Source pour celle de gauche et d'Orléans pour celle de droite, une partie des eaux souterraines donne naissance au Loiret, qu'elles grossissent graduellement, tandis que le surplus rentre successivement en Loire. Aucun de ces courants ne s'égare en dehors, parce que l'affaissement dont j'ai parlé plus haut a rompu toute communication entre les couches calcaires des escarpements de droite et des coteaux de gauche et celles correspondantes du val, qui sont brusquement à un niveau inférieur, de sorte que le débit de la Loire se reconstitue intégralement au point où les deux

branches de la faille se referment, c'est-à-dire au confluent même du Loiret.

Quant à la manière dont s'effectuent matériellement les pertes et les rentrées d'eau qui font l'objet de cette étude, les choses s'expliquent d'elles-mêmes là où les couches fissurées affleurent au fond même du lit. Rien de plus simple également partout où les fissures sont directement en contact avec les sables et graviers. Mais le plus souvent les sables et graviers sont séparés des couches fissurées par des dépôts argileux ou plus ou moins argilo-sablonneux, et la communication n'est alors possible que sur les points accidentels où ce toit imperméable a disparu.

Il est probable d'ailleurs que ces cheminées de communication correspondent plutôt à des cavités et cavernes qu'à de simples fissures, car il ne se passe guère d'année où l'on n'ait à signaler, dans le lit de la Loire, des effondrements partiels qui donnent lieu soit à des pertes, soit à des rentrées d'eau, suivant la région dans laquelle ils se produisent, et se présentent presque toujours sous la forme d'entonnoirs circulaires ou cônes renversés, à talus réguliers, par le fond desquels le terrain meuble de la surface disparaît presque instantanément.

Des effondrements se sont produits et se produisent encore dans le val d'Orléans, et par conséquent en dehors de la Loire; on en a constaté des exemples en 1846, lors de la construction du chemin de fer de Vierzon, et les entonnoirs d'ancienne date, aujourd'hui plus ou moins comblés, qui sont si multipliés sur le territoire des communes de Saint-Denis-en-Val et de Saint-Jean-le-Blanc, n'ont pas une autre origine.

Nouveau zébu.

Par l'intermédiaire de M. de Quatrefages, M. de Rochebrune, préparateur adjoint au Muséum, signale une race de bœufs à bosse (zébu) de l'Afrique, qui présente sur le nez une corne de $0^m,050$ à $0^m,075$ de longueur. Cette découverte confirma les remarques jadis publiées par M. de Quatrefages, d'après lesquelles la disposition des cornes chez les bœufs correspond à l'épaississement de la région mitoyenne de la face.

(*La Nature.*)

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

12 SEPTEMBRE 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 24.

Observations sur les mines de diamant de l'Afrique australe; par M. **J.-A. Roorda Smit.** (Extrait.)

Nous trouvons dans une des dernières livraisons des *Archives néerlandaises des Sciences naturelles,* publiées à Harlem par les soins de M. von Baumhauer, un Mémoire intéressant de M. Roorda Smit sur les gisements diamantifères de l'Afrique australe, et, comme ce Recueil est peu connu en France ([1]), nous pensons être agréable aux lecteurs de notre *Bulletin* en reproduisant ici les parties les plus importantes de ce travail.

La région diamantifère est située en majeure partie sur la rive gauche du Ky Gariep ou Vaal, entre Platteberg et la Modder, non loin du point de jonction de la première de ces rivières avec le fleuve Orange ([2]). C.

I.

Les mines de diamant de l'Afrique australe sont peut-être les plus riches qui existent. Depuis leur découverte (1869-1870), elles ont fourni un nombre immense de ces pierres précieuses.

On y distingue deux sortes de gîtes : 1° les mines proprement dites ou mines sèches (les *dry diggings* des mineurs), qui forment quatre dépôts, désignées sous les noms de *Kimberley*, de *Old de Beers diggings*, de *Dutoit's pan* et de *Bult fonteen;* 2° les *alluvian diggings*, le long du Vaal, où les diamants se trouvent dans les alluvions ou le lit de la rivière.

Les *dry diggings* doivent leur nom à l'extrême pénurie d'eau qui y règne. Aussi, lorsqu'on commença à les exploiter, dut-

([1]) On peut se le procurer à la librairie Gauthier-Villars.

([2]) Une Carte de cette région accompagne un Mémoire de M. Stow sur les grès à diamants du Vaal, publié en 1872 dans les *Quarterly Journal of the geological Society of London*, t. XXVIII, p. 3.

on se passer du secours de l'eau. Ce sont des dépôts réguliers, dans lesquels les diamants sont distribués d'une manière assez uniforme. Au moment de la découverte, ils formaient de petits monticules, qui s'élevaient de 40 à 80 pieds anglais au-dessus de la plaine environnante. Le pourtour de ces éminences n'était pas nettement marqué; elles se confondaient insensiblement avec la plaine. Tant sur les monticules que dans leur voisinage, on trouvait des diamants. Au début, la méthode de recherche était des plus primitives. Les mineurs se traînaient à genoux sur la terre et distinguaient les diamants à l'éclat qu'ils projetaient sous les rayons du soleil. L'exploration était bornée alors à la surface du sol.

Plus tard on reconnut que les diamants étaient surtout accumulés sur les éminences et à leur pied. On se mit alors à fouiller le sol de ces hauteurs, on découvrit de l'eau, on introduisit dans l'exploitation la méthode du lavage, et on partagea la mine (Old de Beers) en *claims* de 30 pieds anglais de longueur sur autant de largeur.

La première mine connue fut celle de Dutoit's pan, ainsi nommée d'après le propriétaire de la *farm* sur laquelle elle était située. Vint ensuite la découverte de Bultfonteen. En troisième lieu, on découvrit à environ 5^{km} au sud-ouest la mine d'Old de Beers et finalement celle de Kimberley.

En déblayant les monticules on constata : 1° que la masse dans laquelle se trouvaient les diamants devenait, à mesure qu'on creusait davantage, plus cohérente et prenait le caractère d'une roche, colorée en gris bleu à une faible profondeur et en vert à une profondeur plus grande, tandis que tout à la surface le sol était constitué par une terre d'un gris foncé; même à de grandes profondeurs, la roche restait toujours assez tendre et fragile, de manière à se laisser facilement abattre; 2° que les monticules étaient circulaires et qu'à l'intérieur du cercle on trouvait des diamants à toutes les profondeurs, tandis qu'à l'extérieur on n'en rencontrait qu'à une profondeur très faible; enfin 3° que la roche qui formait le sous-sol en dehors de la circonférence du cercle était de tout autre nature que celle de l'intérieur de la mine, et que cette roche ne renfermait pas de diamants du tout.

L'exploitation des mines se fait par excavation à ciel ouvert. La mine la plus riche, Kimberley, est entièrement en exploitation et forme aujourd'hui (avril 1878) un puits circulaire ayant une circonférence d'environ 1500^{m} et une profondeur moyenne d'une centaine de mètres. Les autres mines, moins riches, ne sont exploitées qu'en partie.

Tout autour de la mine se trouvent les caisses de réception, où viennent se décharger les tonnes servant au transport du minerai, lesquelles montent et descendent le long des cordes

obliques en fil de fer. La roche est laissée exposée à l'air pendant deux à six jours, pour qu'elle se délite, après quoi on la réduit en fragments et on la lave dans des cylindres de toile métallique. Le contenu des cylindres laveurs est classé, au moyen de cribles, en fragments de différentes grosseurs, puis étalé sur les tables de triage, où l'on procède à la recherche des diamants.

Dans les quatre mines, le mode d'exploitation est le même.

Le pourtour des mines n'est plus exploité. On n'a trouvé de diamants qu'au pied et au voisinage des monticules, ainsi que dans des vallées vers lesquelles les torrents avaient dirigé leur cours.

Le fait que des diamants se rencontrent au pourtour des mines, mais seulement à de faibles distances, indique que ce pourtour est formé de détritus décomposés des monticules. Avec les progrès de l'exploitation, on a reconnu que la brèche qui contient les diamants constitue la masse principale des monticules, où elle forme une espèce de cylindre enclavé dans le grès qui entoure la mine.

La plaine où sont situées les mines montre à la surface une couche de sable diluvien, mêlé de calcite, qui est un élément essentiel du sol et s'y présente quelquefois à l'état de blocs plus ou moins gros; au-dessous de cette couche se trouve un grès qui, au pourtour des mines, offre des traces évidentes de soulèvement. Ce grès ne renferme pas de diamants. Par suite de la forte proportion d'alumine dont il est chargé, il prend quelquefois la structure schistoïde. Les fragments que j'en ai vus étaient absolument dépourvus de fossiles, de sorte qu'il m'a été impossible de déterminer l'âge de la roche.

Ce qui fait croire que le grès a été soulevé aux bords de la mine, c'est la circonstance que sur ces bords on le trouve déjà, soit à la surface, soit à la faible profondeur de $0^m,50$ à $1^m,50$, tandis qu'à quelques pas de distance on ne l'atteint, en creusant des puits, qu'à des profondeurs de 10^m et plus. Le soulèvement est d'ailleurs confirmé par l'observation directe aux bords des mines; en ces points, les couches de grès ont une position très inclinée et parfois presque verticale.

Ces différents faits m'ont amené à conclure :

1° Que les monticules diamantifères ont pris naissance en soulevant et perçant les couches de grès qui constituent le sol de la plaine, et qu'ils sont, par conséquent, d'une formation plus récente que ces couches;

2° Que les monticules, composés d'une brèche très altérable, ont couvert de leurs détritus les parties de la plaine immédiatement voisines, et qu'ainsi s'explique la circonstance que des diamants ont aussi été trouvés au pourtour extérieur des mines.

II.

La roche qui forme presque exclusivement les monticules diamantifères (aujourd'hui le contenu des puits de mine) est une brèche qui, outre le diamant, renferme encore divers autres minéraux, tels que grenat, ilménite, quartz, calcite, bronzite, smaragdite, diallage, vaalithe et, en quelques points, pyrite.

MM. Story Maskelyne et Flight ont analysé et déterminé tant le ciment de la brèche que quelques-uns des minéraux qui viennent d'être nommés (*Quarterly Journal of the geological Society*, novembre 1874).

Lors de la visite que j'ai faite aux champs diamantifères en avril 1878, j'ai passé en revue les minéraux apportés aux tables de triage et j'ai étudié ainsi, pendant deux semaines, les produits de quatre claims de la mine Old de Beers. En outre, j'ai examiné les collections de diamants qui avaient été formées par divers amateurs.

Le diamant est empâté dans la brèche et souvent entouré, surtout dans les parties supérieures de la mine, d'une petite couche de carbonate de chaux. C'est dans la mine de Kimberley qu'on a trouvé le plus de ces pierres précieuses et les plus grosses. Les diamants de Kimberley et d'Old de Beers sont ordinairement d'un jaune clair, rarement tout à fait incolores (1). Des pierres limpides et sans coloration, mais de dimensions plus faibles et en nombre moindre, se trouvent dans les mines de Dutoit's pan et de Bultfonteen. Presque toujours les pierres affectent des formes holoédriques; rarement j'ai vu un des cristaux hémièdres. Souvent on ne trouve que des fragments d'octaèdres, montrant une pyramide tronquée, à face terminale irrégulière. Surtout dans les gros diamants, les faces et les arêtes sont ordinairement arrondies. Une fois j'ai vu un triakisoctaèdre (trioctaèdre MO) peu distinct. Des macles de deux ou de trois cristaux ont été trouvées, mais très rarement. Elles consistaient en deux et trois octaèdres accolés l'un à l'autre dans le sens de l'axe principal. Ces deux échantillons provenaient de Bultfonteen et étaient parfaitement limpides.

Je n'ai pu examiner au microscope qu'un seul petit diamant. Extérieurement il offrait des faces octaédriques courbes; à

(1) M. Dunn, qui a publié en 1874 une Note sur ce sujet, assure que chacun des tubes ou puits naturels occupés par la brèche à diamants fournit une variété particulière de ces pierres précieuses, de sorte que par la simple inspection de celles-ci on peut en déterminer la provenance [*On the mode of occurrence of diamonds in South Africa* (*Quarterly Journal of the geol. Soc.*, t. XXX, p. 55)].

l'intérieur on y voyait des cavités, où se distinguaient des tétraèdres et des rudiments de faces d'autres formes.

La couleur de la plupart des diamants d'Afrique varie du jaune clair au jaune paille et au jaune plus foncé. Les pierres dépourvues de toute coloration sont rares. J'ai vu aussi des échantillons violet clair (couleur d'améthyste), vert clair (couleur d'algue marine pâle ou un peu plus foncée), noirâtres et troubles (semblables au quartz enfumé).

On a trouvé des diamants noirs, mais ils sont d'une rareté extrême.

Les plus gros diamants qu'on ait découverts pesaient au delà de 200 karats.

Sur les tables de triage, la grande abondance du grenat et de l'ilménite frappe immédiatement. Le grenat est ordinairement à l'état de fragments cristallins, qui parfois ne montrent plus qu'une seule des faces naturelles; rarement on y voit douze faces complètes. Les petits grenats sont limpides, transparents et mieux conservés dans leurs formes que les gros, qui sont généralement troubles et fragmentaires.

L'ilménite (charbon des mineurs) présente souvent des cristaux très nets. Bien que se trouvant en énorme quantité, elle ne vient pourtant qu'après le grenat sous le rapport de l'abondance.

Le quartz existe sous la forme de petits cristaux, entre autres de la variété citrine, mais plus souvent à l'état amorphe, celui d'opale diversement colorée. On le trouve surtout vers le haut et au bord des mines.

La calcite, sous la forme de spath calcaire, et souvent en beaux cristaux tapissant des géodes, se rencontre surtout dans les couches supérieures des mines; elle existe en outre à toutes les profondeurs, sous la forme d'infiltrations amorphes ou cristallines, et souvent elle recouvre d'un enduit mince les diamants et les cristaux de quartz.

La pyrite (pyrite de fer) n'a été observée par moi que dans la mine de Kimberley, et en un point seulement, au bord de la mine. J'ai vu en outre, provenant de cette même mine, une couple de morceaux de quartz avec inclusions de pyrite.

La bronzite (Story Maskelyne et Flight, *loc. cit.*), à l'état de fragments d'assez grandes dimensions, ayant jusqu'à $0^m,02$ de longueur, se trouve en grande quantité, surtout dans la mine d'Old de Beers. Elle forme, dans cette mine, un élément essentiel de la brèche.

La smaragdite (Story Maskelyne et Flight, *loc. cit.*) s'est offerte très rarement à mes recherches. Durant les deux semaines passées à étudier les produits de quatre claims, je n'en ai trouvé que quelques petits fragments cristallins.

La vaalithe (Story Maskelyne et Flight, *loc. cit.*), ou mica

des mineurs, existe en petits et en gros fragments dans la brèche, dont elle forme un élément important.

La pâte qui lie tous ces minéraux est regardée par MM. Story Maskelyne et Flight comme une bronzite d'origine volcanique, que des influences secondaires (eau, etc.) ont modifiée et amenée à son état actuel.

J'ajouterai, au sujet de cette brèche : 1° qu'elle présente dans toutes les mines le même caractère, sauf de petites différences quant aux proportions relatives des minéraux inclus; 2° que la brèche, de couleur grise vers le haut de la mine, passe plus bas au bleu, et à des profondeurs encore plus grandes au vert, en même temps qu'elle devient plus dure et capable de mieux résister à l'action altérante des agents extérieurs; 3° que dans les couches profondes elle contient moins de calcite et de quartz que dans les couches supérieures.

Outre la brèche dont il vient d'être question, on trouve encore d'autres roches dans les mines, tant à l'état de blocs épars que sous forme de bancs continus.

C'est ainsi que j'ai observé dans la mine de Kimberley un dyke de diorite et un autre de phonolithe, et dans la mine d'Old de Beers un dyke de drapp plongeant fortement de l'est à l'ouest.

On a cru (Story Maskelyne et Flight, *loc. cit.*) que la plupart des diamants, sinon tous, se trouvaient au voisinage de ces dykes. Plusieurs mineurs expérimentés, que j'ai interrogés à ce sujet, m'ont affirmé que tel n'est pas le cas. Le diamant paraît être distribué d'une manière assez uniforme dans la brèche, puisque les exploitants dont les claims étaient situés à une certaine distance des dykes n'avaient nullement à se plaindre des résultats de leur travail. Aussi le prix de ces claims n'était-il pas inférieur à celui des claims plus rapprochés des dykes. Enfin, c'est un fait que quatre claims qui touchaient directement à un pareil dyke fournissaient très peu de diamants (Old de Beers).

III.

Indépendamment des minéraux et des roches dont il vient d'être parlé, on trouve encore, disséminés dans toute la masse bréchiforme, des fragments assez gros (de 1^{cc} à 25^{cc}) d'une matière gris foncé, dans laquelle j'ai constaté la présence du carbone.

MM. Story Maskelyne et Flight paraissent avoir connu cette matière, car ils disent (*loc. cit.*) : « The rock is further very full of fragments of the shale which has been altered, but still contains carbon. »

C'est une substance gris noirâtre ou gris bleuâtre, tendre,

offrant quelquefois une texture schistoïde plus ou moins distincte. Quelquefois aussi, mais très rarement, elle renferme des inclusions minérales (grenat ou ilménite). Elle est insoluble dans l'eau; l'acide chlorhydrique en dissout une partie. Les essais ayant pour but d'y rechercher l'acide phosphorique et l'azote ont donné un résultat négatif. Réduite en poudre fine, elle *brûle* facilement, sans dégager d'odeur. Elle perd peu d'eau à 100°.

L'analyse de cette substance conduit à la regarder comme un silicate hydraté double, à bases MO et M^2O^3. On y trouve 1,2 pour 100 de carbone, probablement combiné avec de l'hydrogène et formant une matière organique. N'ayant pu isoler cette matière, qui ne paraît pas être répartie uniformément dans la substance minérale, je n'ai rien à dire de sa nature. L'examen microscopique était extrêmement difficile, vu le peu de dureté et la friabilité de la substance, qui empêchaient de la réduire en lamelles minces.

Le silicate double dans lequel la matière organique est infiltrée pourrait donc être représenté par la formule

$$5(MO,SiO^2),\ 4R^2O^3,5SiO^2.$$

IV.

Ainsi que nous l'avons dit en commençant, les diamants ne se trouvent pas seulement dans les quatre dépôts ci-dessus décrits, mais aussi dans les *alluvials diggings*, aux bords de la rivière le Vaal. Un dépôt d'où ces derniers diamants seraient originaires n'a pas été reconnu jusqu'ici. Si un pareil gîte a existé, il est probable qu'il a été traversé par le Vaal, dont le cours a si souvent changé dans la suite des siècles. Il doit d'ailleurs avoir été très éloigné des dépôts actuellement connus. En effet, des diamants ont été trouvés le long du Vaal depuis Bloemhof (Transvaal) jusqu'à son confluent avec le fleuve Orange et le long de celui-ci jusqu'à Hopetown (colonie du Cap). En supposant que les diamants aient été transportés dans la direction du courant, le dépôt primitif doit avoir été situé à environ 140^{km} des mines aujourd'hui exploitées.

Je n'ai pas visité les champs diamantifères alluviens. J'ai seulement eu plusieurs fois l'occasion de voir des collections de minéraux de ces champs, et une collection de ce genre, aussi complète que possible, m'a été envoyée à domicile.

Dans ces collections *manquent* tous les minéraux qui accompagnent régulièrement le diamant dans les quatre mines sèches. Je n'y ai trouvé en effet que des quartz amorphes (agate, jaspe) et de petits fragments de bois fossile (silicifié). Tous ces débris quartzeux sont arrondis et d'assez faibles dimensions. Ils ressemblent, du reste, complètement aux

minéraux de la même espèce qui se trouvent en si grandes quantités dans les Drakenbergen, ainsi que sur les plateaux et dans les rivières qui sont en relation directe avec cette chaîne de montagnes. Je les ai observés, en outre, en gros fragments dans le lit de la Tugela et en fragments plus petits dans celui de l'Umgeni, rivières qui toutes les deux ont leur source dans les Drakenbergen, dans le lit du Vaal, dans le fleuve Orange, après que le Vaal s'est réuni avec lui, et enfin sur la plaine du Sprinkbok, qui est en rapport avec les Drakenbergen mêmes. J'ai trouvé de l'agate et du jaspe en gros blocs (pas en couches), et du quartz amorphe sous la forme de bois fossile. J'y ai retiré du sol plusieurs grands morceaux de ces bois, et l'un des plus beaux échantillons a été emporté pour le Musée que j'avais érigé à Prétoria.

Dans le voisinage de Drakenbergen, les agates et les jaspes étaient tous en gros fragments, présentant des angles vifs, tandis qu'à une grande distance de ces monts les débris étaient beaucoup plus petits et entièrement arrondis par l'usure.

En m'appuyant sur ces faits, je crois pouvoir admettre que les agates et les jaspes des champs diamantifères alluviens proviennent des Drakenbergen.

On peut se demander si les diamants des champs alluviens n'auraient pas aussi leur origine dans ces montagnes. Si tel était le cas, il devrait y avoir des chances de trouver des diamants dans le lit des rivières Umgeni, Tugela et Pienaar, qui sont en rapport direct avec les Drakenbergen. Mais les recherches des mineurs n'ont eu ici qu'un résultat négatif, de même que dans le Vaal, depuis les Drakenbergen jusqu'à Bloemhof. Près de cette dernière localité, les diamants commencent à se montrer dans le lit du Vaal, et l'on continue d'en trouver, en descendant le cours de la rivière, jusqu'au delà du point où elle se réunit au fleuve Orange. Dans celui-ci, on ne rencontre de diamants qu'en aval du point de croisement avec le Vaal, jusqu'à Hopetown. Ajoutons toutefois que les recherches en question, toujours entreprises à une petite échelle seulement, ont fini par être complètement abandonnées, vu que le travail dans le lit des rivières n'est jamais très avantageux pour les mineurs.

Il devient probable, d'après ce qui précède, qu'un dépôt diamantifère a existé à peu de distance de Bloemhof, que les diamants ont été entraînés par le Vaal et que leurs compagnons ordinaires, le grenat et l'ilménite, ont été détruits. Que ces minéraux durs et tenaces aient disparu sur un trajet relativement si court, alors que l'agate et le jaspe ont pu faire la route beaucoup plus longue partant des Drakenbergen, cela ne saurait s'expliquer, me semble-t-il, que par la circonstance que l'agate et le jaspe ont commencé le voyage à l'état de gros

blocs, tandis que le grenat et l'ilménite ne se présentaient, comme dans les dépôts de Kimberley, etc., qu'en menus fragments, et par là même devaient résister moins longtemps au frottement et aux autres causes de destruction.

Je n'ai d'ailleurs aucune preuve plus positive à alléguer en faveur de l'opinion que les diamants des champs alluviens proviennent d'un dépôt analogue à celui de Kimberley. C'est uniquement par analogie que j'incline à admettre cette origine.

V.

D'une manière générale, on peut se figurer les dépôts diamantifères comme des cylindres massifs de la brèche, entourés de toutes parts par une formation de grès. Pour se rendre compte de cette disposition, il faut admettre ou bien que la masse diamantifère, venue d'ailleurs, a comblé des dépressions qui existaient déjà antérieurement dans le terrain, ou bien que la brèche s'est formée sur place.

Des exemples de dépressions analogues se rencontrent en grande quantité dans l'Afrique australe; je citerai seulement les nombreux lacs d'eau salée et les nombreuses sources thermales qui occupent des cavités toutes semblables, ainsi que j'ai pu fréquemment m'en convaincre.

Il serait donc possible que le remplissage des dépressions par la masse diamantifère eût été une action secondaire. Dans ce cas : 1° le sol autour des mines devrait être aussi riche en diamants que les mines elles-mêmes; 2° la surface des mines devrait se trouver approximativement au même niveau que la plaine environnante.

Ni l'une ni l'autre de ces conséquences ne se vérifie. La plaine qui entoure les mines est pauvre en diamants; le détritus diamantifère ne s'étend qu'à une petite distance des mines et ne contient des diamants que jusqu'à une très faible profondeur. D'autre part, au moment où les mines furent découvertes, elles formaient des éminences qui s'élevaient de 50 à 80 pieds au-dessus de la surface générale du sol.

Ces circonstances rendent probable que les détritus existant à la périphérie des mines proviennent des éminences diamantifères, lesquelles sont composées d'une roche très altérable et ont donc pu fournir facilement des débris.

En examinant le grès qui entoure les mines, j'ai reconnu : 1° qu'il est divisé en couches; 2° que ces couches sont relevées aux bords de la mine et offrent des traces irrécusables de l'action d'une haute température (seulement aux bords de la mine), ainsi que d'une forte pression exercée de bas en haut, pression de soulèvement.

Je crois qu'on peut en conclure, sans trop s'aventurer, que

la plaine tranquille et déserte où se dressaient encore en 1869 les monticules diamantifères a été jadis le théâtre de phénomènes volcaniques, et que ces phénomènes, dont l'apparition des monticules a été le résultat, ont appartenu à une seule et même période.

Dans la brèche qui constituait ces éminences, je vois la gangue naturelle du diamant, dont le gisement serait analogue, sous ce rapport, à celui du diamant trouvé dans la xantophyllite (Jeranejen).

M. Story Maskelyne (*loc. cit.*) regarde également la brèche diamantifère comme une roche plutonique qui aurait été modifiée par des influences secondaires. C'est ainsi que la présence de la calcite serait, d'après lui, le résultat d'une infiltration postérieure.

Lors de mon séjour aux champs diamantifères, je m'étais formé la même opinion au sujet de l'origine de la calcite et du quartz, qui tous les deux ont pu facilement pénétrer dans la brèche à l'aide des eaux superficielles chargées d'acide carbonique.

Mes recherches, rapprochées de celles de MM. Story Maskelyne, Flight et Cohen, conduisent donc aux conclusions suivantes :

1° Aux mines de l'Afrique australe, le diamant se trouve dans une gangue *primitive*, qui est d'origine volcanique et a seulement éprouvé des modifications secondaires.

2° La présence du silicate double carbonifère est caractéristique pour ces mines de diamants.

3° Ces mines sont des cratères éteints de volcans.

4° Lors de l'éruption, ou en tout cas à la suite de phénomènes plutoniques, le diamant s'est formé aux dépens de matières organiques, sous l'influence d'une forte pression et d'une température élevée.

SUR UNE APPLICATION DES IMAGES ACCIDENTELLES; par M. **J. Plateau**, membre de l'Académie de Belgique (1).

Lorsque, par une belle nuit, nous regardons à l'œil nu la pleine Lune vers le haut de sa course, il nous serait impossible de nous figurer que plus de 80000 lieues nous en séparent; nous la jugeons malgré nous à une distance relativement très minime : mais quelle est cette distance? Il semble, au premier abord, bien difficile de l'évaluer; cependant la chose est possible, au moins d'une manière approchée. Voici comment.

La grandeur absolue que nous attribuons à une image acci-

(1) Extrait du *Bulletin* de cette Académie, cahier de mai 1880.

dentelle est, on le sait, proportionnelle à la distance de nos yeux à la surface sur laquelle nous projetons cette image. Cela résulte de ce que l'image est due à une modification d'une portion déterminée de la rétine, de sorte qu'elle sous-tend un angle visuel constant. La proportionnalité en question a, du reste, été vérifiée par le P. Scherffer au moyen d'expériences directes. Si, par exemple, après avoir contemplé un petit disque rouge posé sur une feuille de papier blanc, nous jetons les yeux sur un autre endroit de ce papier pour y observer l'image accidentelle verte, celle-ci présentera la même grandeur que le petit disque; mais, si nous rapprochons graduellement le papier blanc des yeux, nous verrons l'image verte diminuer de diamètre au fur et à mesure, et si, au contraire, nous portons le regard sur un mur un peu éloigné, l'image se montrera considérablement agrandie. Plus exactement, la grandeur absolue que nous lui attribuons est proportionnelle à la distance où nous nous figurons la surface de projection.

Cela étant, choisissons, à l'époque de la pleine Lune, un lieu d'observation suffisamment découvert, mais où se trouve au moins un mur éclairé soit par la Lune, soit par des réverbères. Si le ciel est serein, tenons les yeux fixés pendant quelque temps sur l'une des taches de l'astre située vers le centre de celui-ci, puis tournons-nous rapidement vers le mur en question, pour y projeter l'image accidentelle sombre du disque lunaire. Si cette image nous paraît plus petite que l'astre, éloignons-nous davantage du mur; rapprochons-nous, au contraire, si elle nous paraît plus grande, et recommençons l'expérience jusqu'à ce que nous jugions qu'il y a égalité entre les deux diamètres. Cette égalité exige évidemment que nous rapportions l'image accidentelle à la même distance que l'astre; il ne restera donc plus alors, pour avoir la distance à laquelle nous rapportons la Lune, qu'à mesurer celle qui nous sépare du mur.

Seulement je dois signaler ici des causes d'erreur plus ou moins influentes : en premier lieu, l'appréciation exacte de l'égalité des diamètres de l'image et de l'astre est fort difficile, on le comprend, car on ne peut observer les deux objets simultanément; en second lieu, nous pouvons nous tromper dans l'idée que nous nous faisons de notre distance au mur, surtout s'il n'y a point d'arbres ou de maisons servant d'intermédiaires; en troisième lieu, des nuages flottant aux environs de la Lune modifieraient, sans doute, le jugement involontaire que nous portons sur la grandeur et conséquemment sur la distance de l'astre. Il est probable, du reste, que la distance estimée comme nous l'avons indiqué varierait avec les différentes personnes.

Mon second fils, dont j'ai pu, dans mainte occasion, constater la sagacité d'observation, a effectué l'expérience dans les conditions suivantes. La maison que j'habite regarde le sud; elle fait partie de l'un des grands côtés d'une place rectangulaire, et l'un des petits côtés de celle-ci est partiellement formé par un mur de clôture. Le 23 avril, veille de la pleine Lune, à 10^h du soir, c'est-à-dire une heure avant le passage de la Lune au méridien, le ciel était parfaitement serein, et, lorsque mon fils se plaçait contre notre maison, il voyait l'astre brillant de tout son éclat à une assez grande hauteur au-dessus des maisons du côté opposé de la place. Mais, comme la présence de celles-ci pouvait avoir quelque influence, il tenait la main de manière à les cacher et à ne cacher qu'elles. Après avoir contemplé la Lune pendant un temps suffisant, il a jeté les yeux sur le mur de clôture dont j'ai parlé, mur qui était éclairé par les réverbères de la place, et il s'est rapproché ou éloigné, en renouvelant la contemplation quand l'image obscure disparaissait, pour chercher la distance convenable. Afin de la déterminer avec le moins d'erreur possible, il a marché vers le mur jusqu'à ce que l'image lui parût décidément un peu plus petite que l'astre, puis il a reculé jusqu'à ce qu'elle lui parût, au contraire, décidément un peu plus grande, et il a pris le point milieu entre ces deux extrêmes pour celui qui remplissait avec le plus de probabilité la condition voulue; les maisons du côté de la place près duquel il opérait constituaient d'ailleurs des intermédiaires propres à lui donner une idée assez nette de l'éloignement du mur de projection. Or la distance à ce mur, mesurée à partir du point déterminé comme je l'ai dit, a été trouvée de 51^m. Ainsi, dans les conditions de l'expérience, mon fils plaçait instinctivement la Lune dans le ciel à environ 50^m de lui.

Cette distance paraîtra sans doute bien petite, mais elle est donnée par l'expérience. Celle-ci, au surplus, devrait être répétée; il n'est pas indispensable, pour cela, que la Lune soit dans son plein, mais il faut qu'elle passe au méridien à une heure propice, et il faut, en outre, que le ciel soit tout à fait serein, circonstances dont on n'est pas maître. Peut-être la main qui cachait les maisons produisait-elle une diminution de la distance apparente; un observateur habitant la campagne trouverait sans peine des conditions plus favorables.

En tout cas, si quelqu'un répète l'expérience, je l'engage à ménager ses yeux, c'est-à-dire à ne pas contempler l'astre plus longtemps qu'il n'est nécessaire pour avoir une image accidentelle bien distincte, et à ne pas trop multiplier les essais, car mon fils, qui avait sans doute manqué de prudence sous ce rapport, éprouvait, le lendemain, une assez forte irritation de l'un des yeux.

La comète de Faye.

Le retour de cette comète télescopique est annoncé pour la fin de cette année; nous croyons donc intéressant de reproduire la Note suivante que publie le journal *Ciel et Terre* de Bruxelles.

Cette comète a été découverte à l'Observatoire de Paris, par M. Faye, le 22 novembre 1843; elle présentait alors un noyau brillant et une petite queue en éventail de 4′ de longueur. Elle fut observée assidûment dans différents observatoires d'Europe pendant les mois de décembre et de janvier, et put même être suivie jusqu'au 10 avril à l'Observatoire de Pulkowa. M. Faye en calcula d'abord les éléments paraboliques; mais, ayant reconnu que la parabole était insuffisante pour représenter les positions occupées par la comète, il se mit à en rechercher l'orbite elliptique. Celle-ci, d'autre part, était calculée par Goldschmidt, qui, à la fin de 1843, établit la périodicité de la comète.

L'orbite de la comète de Faye est la moins excentrique des orbites cométaires connues (0,55); l'ellipse qu'elle décrit est intermédiaire entre celle de Aethra, l'astéroïde dont l'excentricité est la plus grande, et celles que décrivent les autres comètes périodiques. Sa distance périhélique étant de 1,682, il s'ensuit que, lorsqu'elle est au plus près du Soleil, elle en est encore plus éloignée que Mars à son périhélie. A son aphélie, au contraire, elle dépasse l'orbite de Jupiter de plus de la moitié de la distance de la Terre au Soleil. Sa révolution étant assez courte (7^{ans}, 413), on s'étonna d'abord de ce qu'elle n'eût jamais été observée auparavant, et l'on chercha à l'identifier avec d'autres comètes, dont on connaissait des apparitions antérieures. Comme dans sa marche elle se rapproche beaucoup de Jupiter, on lui attribua, de la part de cette puissante planète, des perturbations assez fortes pour avoir pu changer son orbite parabolique en une orbite elliptique et avoir pu ainsi rattacher cet astre à notre système solaire. M. Valz crut même qu'elle était identique à la fameuse comète disparue de 1770, ou de Lexell, mais Le Verrier démontra qu'il n'y avait rien de commun entre ces deux astres et que, si elle n'avait pas été découverte plus tôt, c'est qu'elle ne se présentait pas dans des conditions de visibilité en rapport avec la puissance des instruments en usage. Le Verrier calcula les éléments de l'orbite de la comète de Faye, en tenant compte des perturbations provenant de Jupiter durant la période de 1843 à 1851, et annonça le retour de la comète au périhélie pour le 3 avril 1851. Ce retour eut lieu à peine un jour plus tôt. Dès le 25 décembre 1850, on put l'observer à Cambridge en Angleterre; elle était très

faible, à peine visible dans une lunette de 22 pieds, et, le 24 janvier, on l'observait à Pulkowa. Dès lors la comète de Faye prenait son rang parmi les comètes périodiques, après celle de Halley (1759), celle d'Encke (1822) et celle de Biéla (1832). Depuis elle a été revue en 1858, puis en 1865 et enfin en 1873.

Sera-t-elle exacte à son rendez-vous cette année? On est en droit de l'affirmer; mais, d'après les calculs, son éclat sera bien faible, et ce ne sera qu'avec de puissants instruments qu'on pourra suivre sa marche. D'après les éphémérides de l'astronome suédois Axel Möller, son éclat au 1er juillet était de 0,039; bien que cet éclat surpasse celui que la comète présentait lors de la dernière observation qu'on put en faire à Pulkowa en 1844, on n'est pas parvenu à la retrouver jusqu'à ce jour. Dans l'apparition de cette année, la comète sera d'ailleurs très faible, car dans le mois d'octobre, alors qu'elle atteindra son éclat maximum, elle sera à peine aussi lumineuse que lors de sa dernière observation en 1858, à Berlin; la lunette employée était de 10 pouces d'ouverture. Dans ses différents retours elle n'a jamais atteint l'éclat qu'elle possédait l'année de sa découverte par M. Faye, éclat qu'elle ne pourra reprendre, d'après les calculs, que dans son retour de 1903. Son intensité lumineuse à la fin de ce mois dépasse à peine celle qui correspond à la dernière observation de Pulkowa en 1866.

Au dernier moment, nous apprenons que la comète a été revue dans le mois d'août à l'observatoire de M. Common, à Ealing, près de Londres.

La machine a haute tension de M. Spottiswoode.

On lit dans le journal *l'Électricité :*

M. William Spottiswoode, président de la Société royale de Londres, s'est occupé, depuis environ une année, de l'étude des courants induits, à un point de vue entièrement nouveau. Nous sommes heureux d'entretenir nos lecteurs de quelques-uns des résultats qu'il vient d'obtenir.

M. W. Spottiswoode avait remarqué, depuis longtemps, que le courant induit produit par une bobine de Ruhmkorff, lorsqu'elle est animée par une pile ou par une machine à courant continu, n'est pas du tout de la même nature que lorsque la bobine est animée par une machine à courants alternatifs. Dans le premier cas, l'étincelle est plus nourrie et éclate à une plus grande distance. Dans le second, la distance explosive est moindre, mais la succession des étincelles est si rapide, que les extrémités des rhéophores sont unies par une flamme continue qui les réunit d'une façon constante. Une masse continue de feu, analogue à l'arc voltaïque, passe

d'un pôle à l'autre. Mais c'est surtout dans les tubes raréfiés de Geissler que la différence entre la bobine Ruhmkorff et la bobine d'induction devient véritablement singulière. Nous allons essayer de faire comprendre en quoi elle consiste, autant qu'il nous est possible de le faire sans le secours de figures que nous mettrons ultérieurement sous les yeux de nos lecteurs, car nous avons l'intention de faire pour le cabinet de M. Spottiswoode ce que nous avons fait pour celui de M. Warren de la Rue et d'en présenter l'installation à nos lecteurs.

Lorsque le courant induit de la bobine, animée par un courant continu coupé par un interrupteur automatique, traverse le tube, il produit une lueur sans éclat et sans chaleur, même lorsqu'on y joint un interrupteur; mais, si l'on supprime le marteau et le condensateur de la bobine, et qu'on l'anime par une machine à courants alternatifs, le tube est traversé par une lumière d'un éclat véritablement éblouissant, et la chaleur dégagée est telle, que les électrodes intérieures sont rougies et fondues. Pour exécuter cette série d'expériences, M. Spottiswoode a choisi les machines magnéto-électriques de M. de Méritens. Il a indiqué le spectre de la lumière produite par un grand nombre de métaux pris pour électrodes dans ses tubes, et en a déduit les conséquences les plus intéressantes et les plus curieuses. Ayant communiqué à M. de Méritens le résultat de ses recherches, voyant quelle était l'importance des faits constatés par le savant président de la Société royale de Londres, M. de Méritens s'est décidé à combiner pour son usage personnel une pile qui aurait une tension suffisante pour franchir directement ses tubes, sans le secours d'une bobine d'induction. Aujourd'hui, la nouvelle machine fonctionne dans le laboratoire de M. W. Spottiswoode avec une régularité des plus remarquables.

L'ensemble de la construction est analogue au modèle que M. de Méritens a employé pour ses types d'atelier. La différence principale consiste dans la longueur et la finesse du fil enroulé sur les bobines de l'anneau, et sur les seize bobines de l'anneau on ne compte pas moins de 16^{km} de fil de $\frac{2}{10}$ de millimètre de diamètre. On comprend combien sont minutieuses les précautions que l'auteur a prises pour empêcher les étincelles de percer les enveloppes isolantes et de gagner les parties métalliques de la machine.

Une vallée sous-marine dans la mer des Antilles.

Le journal *l'Exploration* public les renseignements suivants touchant une vallée sous-marine découverte dernièrement dans la mer des Antilles.

Le Gulf-Stream, ce grand courant d'eau chaude qui sort du golfe du Mexique et traverse l'Atlantique pour venir baigner les côtes occidentales de l'Europe et tempérer les rigueurs de l'hiver dans la partie nord de ce continent, va être soumis à un examen approfondi. Les Américains ont déjà commencé ce travail, et le bateau à vapeur *le Black*, appartenant aux États-Unis, a fait dernièrement des sondages, des dragages et des observations sur la température dans la mer des Antilles, afin de reconnaître les causes du courant océanique.

Ces recherches ont eu un résultat intéressant : on a découvert une immense vallée sous-marine dans la partie ouest de cette mer; cette vaste dépression de la croûte terrestre s'étend entre les îles de Cuba et de la Jamaïque et la baie de Honduras. Elle a une longueur de 700 milles et une largeur de 80. Elle n'a jamais moins d'environ 2 milles de large, à l'exception de quelques points où s'élèvent des cimes sous-marines, et sa plus grande profondeur est d'environ 3 milles et demi, à un endroit situé à environ 20 milles au sud du grand Caïman. Cette île, qui ne s'élève guère qu'à 20 milles au-dessus du niveau de la mer, est en réalité le sommet d'une montagne qui s'élève de son côté à 20568 pieds au-dessus de la vallée sous-marine et atteint, par conséquent, une hauteur dépassant celle de toutes les montagnes de l'Amérique du Nord. Il ressort de ce fait que la montagne Bleue, de la Jamaïque, s'élève à 29000 pieds (hauteur de l'Himalaya) au-dessus de cette vallée sous-marine.

Les clichés au celluloïde.

Un statuaire français, M. Émile Jeannin, vient de faire une intéressante application du celluloïde. Frappé de la propriété de cette substance fort dure de devenir malléable à 125°, il eut l'idée d'en faire des clichés pour l'impression typographique. Les clichés de gravures sur bois, sur taille-douce, s'obtiennent jusqu'ici au moyen de la galvanoplastie, par des opérations longues et compliquées. Les clichés en celluloïde sont d'une grande finesse; il ne faut guère plus d'une demi-heure pour les obtenir; ils sont en même temps beaucoup plus résistants que ceux obtenus par la galvanoplastie; tandis que ces derniers ne supportent pas un tirage au delà de trente mille épreuves, avec un cliché en celluloïde on a pu imprimer cinquante-six mille exemplaires sans que le trait ait été altéré visiblement. Ces clichés sont en outre très légers, maniables, flexibles, ce qui permettra de les appliquer à la surface des cylindres des presses rapides à rotation.

(*Revue scientifique.*)

Le Gérant, E. Cottin.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

19 SEPTEMBRE 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 25.

NOTICE SUR L'ÉLEVAGE DES AUTRUCHES ET SUR LES PRODUITS DE CETTE INDUSTRIE (1).

La domestication de l'autruche remonte aux temps les plus reculés; on en retrouve la trace dans les auteurs anciens, dans les inscriptions assyriennes et égyptiennes, ainsi que dans les Écritures saintes; mais les indications qui nous ont été transmises sur ce sujet sont tellement vagues, qu'il est difficile de se rendre compte de la place qu'occupait au juste ce gigantesque oiseau dans l'économie des premières sociétés.

Ce n'est que vers le commencement de ce siècle, alors que le continent africain a été parcouru en tous sens par de hardis et courageux explorateurs, que nous avons pu obtenir quelques renseignements sur les mœurs et les habitudes de l'autruche et sur sa domestication. On apprit alors que depuis longtemps déjà quelques tribus du Kordofan et du Wadou pratiquaient le fermage régulier des autruches, dont elles tiraient un produit important par le commerce des plumes, et il fut démontré que cet oiseau pouvait se reproduire en captivité.

M. le Dr Gosse a publié, dans le *Bulletin mensuel de la Société d'acclimatation* (1859), quelques Notes très intéressantes sur les mœurs de l'autruche, où sont consignés les renseignements dus à l'expérience des frères Verreaux; plus tard, MM. Julius de Mosenthal et Harting ont fait paraître à Londres, en 1876, un Livre sur les Struthionidés, et particulièrement sur le fermage des autruches au cap de Bonne-Espérance; enfin, M. Jules Oudot, ingénieur civil, résidant à Alger, vient de terminer un Ouvrage très complet sur le même sujet (2), qui donne sur cette lucrative exploitation d'intéres-

(1) La *Revue Britannique*, dirigée par M. A. Pichot, contient souvent des articles scientifiques d'un intérêt considérable, et dans un des derniers cahiers de ce Recueil nous trouvons la Notice suivante, qu'il nous paraît utile de placer sous les yeux des lecteurs de notre *Bulletin*.

(2) Challamel, libraire-éditeur, Paris.

sants détails et confirme les observations et les études faites au Jardin d'essai d'Alger par M. Charles Rivière, à l'obligeance duquel nous devons la plupart des Notes que nous mettons ici sous les yeux de nos lecteurs.

Le fermage des autruches est aujourd'hui une question résolue pour les colonies anglaises du Cap; mais il s'agit de favoriser son développement dans notre colonie algérienne et d'enlever aux Anglais le monopole du commerce des plumes, qu'ils ont su habilement accaparer en profitant des expériences de l'habile directeur du Jardin du Hamma.

L'historique de cette question mérite d'être rapporté.

Avant la conquête de l'Algérie, on rencontrait dans les oasis peu éloignées du Tell de nombreux troupeaux d'autruches qui venaient pâturer, pondre et couver dans les daïas, espèces de bas-fonds où s'accumulent les eaux pluviales de l'hiver et qui, pendant la saison chaude, sont couverts de plantes et d'arbustes.

L'autruche, d'un caractère timide, craintif, recherchant le silence et la solitude, pourchassée par les infatigables cavaliers dont le général Margueritte, le plus intrépide de ces chasseurs, nous a raconté les exploits cynégétiques, disparut après la conquête pour s'enfoncer plus avant dans le Sud, abandonnant à tout jamais la lisière des steppes sahariennes. Il faut lire le récit des chasses du général Margueritte pour se rendre compte des hécatombes qu'on pouvait faire au début de notre occupation.

En présence de cette destruction, qui menaçait d'être complète, la Société d'acclimatation s'émut et s'adressa au Gouvernement pour prohiber la chasse à l'autruche; de son côté, M. Auguste Chagot, l'un des membres de la Société d'acclimatation, offrit, en 1857, une prime de 2000^{fr} pour la domestication et la reproduction de cet utile oiseau en France, en Algérie et au Sénégal.

Depuis longtemps déjà les jardins zoologiques de l'Europe avaient obtenu des œufs des quelques couples d'autruches renfermés dans leurs parcs; mais jamais encore ces œufs n'avaient été couvés et jamais on n'avait vu l'autruche se reproduire en domesticité. On en était encore aux légendes d'après lesquelles cet oiseau enterrait ses œufs dans le sable et confiait au soleil le soin de faire éclore sa couvée.

En 1857, un fait purement accidentel se produisit à la pépinière du Gouvernement, à Alger, et fit entrevoir la possibilité d'obtenir la reproduction de l'autruche à l'état domestique. Le hasard, comme il arrive souvent, venait en aide à la Science. Un couple d'autruches entretenu dans un parc, près des bâtiments d'exploitation de la pépinière du Hamma, avait pondu huit œufs, sur lesquels un seul donnait un poussin vigoureux et

bien constitué; trois autruchons étaient morts dans la coquille et les autres œufs paraissaient clairs.

Ce fut une révélation.

En rendant compte de ce fait à la Société zoologique d'acclimatation de Paris par sa lettre du 19 août 1857, le gérant de la pépinière du Gouvernement rapportait les observations qu'il avait faites pendant l'incubation; mais, comme il avait été pris à l'improviste, ses observations, plus ou moins exactes, ne firent qu'augmenter l'incertitude et ne jetèrent point un jour nouveau sur les documents contradictoires recueillis jusqu'alors par les bureaux arabes.

L'administration du Hamma, mise en éveil par ce fait capital, obtint les années suivantes des reproductions plus nombreuses de ses oiseaux, et la prime offerte par M. A. Chagot fut allouée à M. Hardy, gérant de cet établissement.

A la même époque, des essais furent également tentés par le prince Demidoff, dans son domaine de San-Donato, près Florence, avec l'assistance de M. Desmeure, par M. Noël Suquet, à Marseille, par M. Graëlles, au jardin du Buen Retiro, à Madrid, enfin par M. Bouteille, conservateur du Musée d'Histoire naturelle à Grenoble, et partout ces essais avaient été plus ou moins couronnés de succès. La reproduction de l'autruche à l'état domestique était désormais un fait acquis.

C'est de ces expériences, dues à l'initiative de la France, que sortit cette lucrative exploitation du fermage des autruches dans la colonie anglaise du Cap, qui constitue aujourd'hui une de ses principales richesses. L'esprit français avait conçu un plan que l'esprit anglais devait mettre en pratique, et, tandis que les colons anglais faisaient faire à la question des pas de géant, en Algérie la reproduction de l'autruche, observée d'une façon intermittente et comme un simple problème scientifique, n'était pas l'objet d'études sérieuses et suivies qui auraient pu démontrer par des chiffres que, en domesticité, l'autruche pouvait être multipliée dans des conditions économiques satisfaisantes.

On en était là quand le Jardin d'essai fut remis à la Société générale algérienne, qui devait bientôt faire subir à cet établissement une si remarquable transformation, grâce à l'esprit éminemment pratique de M. Rivière père, activement secondé dans son œuvre par son fils, M. Charles Rivière, aujourd'hui directeur de l'établissement. La domestication de l'autruche fut immédiatement reprise, et l'on put observer et étudier dans tous ses détails la reproduction annuelle et constante de l'autruche à l'état domestique. Le Jardin d'essai a même fait plus, car il a conservé cette précieuse et splendide race du Sahara, maintenant si rare, et qui s'est améliorée par de bons soins et une sélection minutieuse.

L'autruche est omnivore; cependant elle préfère les herbes alcalines, la luzerne, le trèfle, le chou, l'oxalis et la feuille du cactus sans épines (*Opuntia ficus indica* var.) à toute espèce de nourriture herbacée; elle mange avec avidité tous les grains : l'orge, le maïs, l'avoine, le blé, la vesce et toute plante fourragère. Bien qu'elle soit peu difficile sur le choix de sa nourriture, elle se montre très friande de toutes les plantes ligneuses salées et alcalines; les fruits sucrés, secs et durs, les dattes ne lui répugnent pas. Elle avale aussi toute espèce d'insectes, de larves, des lézards, des scorpions et des serpents, des coquillages, des débris de viande et surtout d'os pulvérisés. Son régime alimentaire doit consister en 10^{kg} d'herbes fraîches et 2^{kg} de grains, orge et avoine. Il est nécessaire de lui donner à manger tous les jours et deux fois par jour, à des heures réglées. Des auteurs anciens avaient avancé que l'autruche ne buvait jamais; c'est là une erreur : cet oiseau, au contraire, boit souvent et beaucoup; il absorbe de 6^{lit} à 8^{lit} en été et de 4^{lit} à 5^{lit} en hiver.

Toujours est-il que la voracité de l'autruche est proverbiale. Nous avons vu, il y a quelques années, une autruche du Jardin d'essai avaler un cadenas et une chaîne, qu'elle rendit un peu déformés, mais brillants, comme si ces objets avaient été frottés et polis. Au palais d'été du gouverneur, à Mustapha, une autruche, qu'on laissait courir en liberté, avala un petit bougeoir avec sa bobèche qu'un domestique avait laissés sur la balustrade d'un parterre; l'animal rendit ces objets détériorés, tordus et oxydés.

L'autruche est un oiseau pacifique et doux; cependant, à la saison des amours, le mâle devient ombrageux et méchant; ses accès de colère sont à redouter, et il n'est pas rare de voir le mâle fondre sur son gardien, l'assaillir à coups de pied, parfois le blesser grièvement de son ongle, qui a la dureté de l'acier. Quand l'autruche veut attaquer son ennemi, elle se dresse de toute sa hauteur, se balance sur ses pattes comme un boxeur qui va prendre son élan, et détache des coups de pied en avant, jamais en arrière ni de côté. On a vu quelquefois des autruches tuer leur gardien.

Pendant le rut, qui commence vers la fin du mois de novembre, le mâle pousse de véritables rugissements, qui s'entendent à une distance considérable. Ce cri rauque et guttural, qui s'accompagne d'une dilatation du cou, produit une singulière impression sur les auditeurs. A ce moment le cou et les cuisses du mâle commencent à prendre une teinte rosée qui, peu à peu, tourne au rouge le plus vif. C'est au cours de cette période qu'il fait entendre ces cris et qu'il s'accroupit sur le sol, en exécutant des mouvements de tête et de corps qui décèlent son ardeur. De son côté, la femelle étend ses ailes,

qu'elle laisse tomber le long du corps en les secouant, comme un éventail, par des mouvements saccadés.

La ponte commence ordinairement vers la fin de janvier.

Un peu avant la saison des amours et pendant qu'on prépare le couple à la ponte par un régime d'alimentation surexcitante, on dispose le nid où la femelle déposera ses œufs. A cet effet, à l'une des extrémités du parc, à l'endroit le plus solitaire, on fait un amas de 5^{mc} à 6^{mc} de sable ou de gravier. Sur le haut de ce monticule, on creuse une légère cuvette qui engage le couple à continuer et à approfondir le travail commencé. C'est le mâle qui s'adonne particulièrement à ce soin, en s'accroupissant sur le monticule de sable, comme pour s'y coucher; puis, prenant un point d'appui sur la poitrine, il lance ses jambes en arrière, en rejetant le sable de tous côtés avec ses pattes, comme ferait un homme avec ses mains. Il arrive parfois que la femelle pond ses premiers œufs dans différents endroits du parc; dans ce cas, le gardien doit les mettre à l'abri de l'humidité; puis plus tard, à un moment connu, on les rassemble dans le fond du nid pour inviter le couple à procéder à l'incubation. Quand le mâle commence à garder le nid, c'est un bon signe, car il contraindra sa femelle à venir le remplacer à l'heure voulue. Ils se relayent ainsi à tour de rôle, le mâle couvant plutôt la nuit que le jour. Quand le mâle ou la femelle vient prendre sa place sur le nid, le nouvel arrivant retourne tous les œufs, les uns après les autres, d'une demi-révolution, de manière que la partie qui se trouvait en contact avec le fond du nid se présente à la surface pour être directement chauffée par le corps de l'animal. L'incubation dure de quarante-deux à quarante-huit jours et va parfois, mais rarement, jusqu'à cinquante jours, jamais au delà.

Quand le moment de l'éclosion est arrivé, on entend les petits attaquer les parois de la coquille; mais cette coquille, qui présente parfois jusqu'à $0^{m},003$ d'épaisseur, est difficile à fendiller; c'est alors que le père intervient en la faisant craquer avec son sternum; puis, écartant les éclats et saisissant du bec la membrane séreuse qui enveloppe le poussin, il la secoue violemment pour la déchirer et donner la liberté au petit prisonnier. Aussitôt venu au monde, le poussin est généralement flasque et inerte; mais cette atonie dure peu de temps, grâce à la chaleur qu'il trouve sous les grandes ailes de ses parents. Au bout de quelques heures, on voit le poussin courir, comme un effronté, exerçant déjà ses petites jambes par des courses saccadées, tombant sur le bec, au bout de son élan, pour se relever de nouveau et recommencer le même manège. Pendant les vingt-quatre heures qui suivent sa naissance, il ne prend aucune nourriture, surtout ne boit rien. Après ce laps de temps, on lui donne de la salade nouvelle hachée très fin et mélangée

de mie de pain en très petite quantité. Dès les premiers jours, les jeunes poussins courent de ci, de là, après les mouches et les insectes, avalent de temps à autre de petits cailloux pour se préparer l'estomac et fabriquer le *moulin* qui contribuera, avec les sucs gastriques, à triturer les aliments. Quelques jours plus tard, les autruchons reçoivent la même nourriture que leurs parents, mais plus finement préparée, et ils ne réclament plus d'autres soins que d'être préservés de la pluie et de l'humidité des nuits.

Les autruches deviennent adultes vers l'âge de trois ans. Le mâle a déjà pris sa magnifique livrée noire et blanche, et se trouve en état de féconder sa femelle. C'est à cet âge que la femelle commence également à pondre; mais il arrive souvent que les œufs de la première ponte sont clairs.

L'éducation de l'autruchon est très délicate jusqu'à l'âge de trois mois; à partir de cette époque, les cas de maladie sont très rares, l'autruche étant un oiseau essentiellement robuste et rustique.

Il arrive souvent que les autruches se blessent au cou et à la tête dans leurs courses répétées le long des clôtures de leur parc, et, plus souvent encore, dans les rixes qui ont lieu entre le mâle et la femelle au moment de la saison des amours; ces blessures guérissent facilement chez les vieux animaux, mais les blessures faites aux jambes sont plus dangereuses. La rupture d'une jambe entraîne la mort, car l'os brisé ne peut se souder que difficilement, et il faut alors abattre l'animal. Toutefois, cette perte de l'oiseau n'est pas aussi sensible pour son propriétaire que celle que lui ferait éprouver la perte d'un autre animal domestique, cheval, bœuf ou mouton, la dépouille de l'autruche morte représentant presque toujours la valeur de l'animal sur pied, c'est-à-dire 800^{fr} à 1200^{fr}. C'est là un des grands avantages de ce nouveau fermage, puisque le capital représentant la valeur du cheptel ne peut être perdu, et que le propriétaire de ce cheptel ne peut être complètement ruiné par suite d'une épizootie qui s'abattrait sur son troupeau.

L'alimentation d'un grand parc à autruches établi sur une ferme dont quelques hectares de terre sont irrigables, et par conséquent susceptibles d'être convertis en prairies artificielles, revient à 0^{fr},30 environ par jour et par tête.

Le produit en plumes d'un couple adulte peut être évalué à 500^{fr} par couple et par an; ce bénéfice est important sans doute, mais ne représente qu'une faible partie du produit du fermage, qui consiste dans l'accroissement annuel et constant du troupeau, c'est-à-dire du capital.

Cette progression, dans un fermage bien dirigé, est vraiment fabuleuse. Dans son Ouvrage sur le fermage des autruches, M. Oudot nous donne à cet égard les renseignements les plus

intéressants et les plus complets; il démontre que, un parc de dix couples adultes bien constitués, judicieusement assortis et surtout bien dirigés, fournissant en moyenne 30 œufs par couple, soit 300 œufs par an, on peut, en combinant l'incubation naturelle et artificielle, utiliser toute la ponte et obtenir à la huitième année un revenu brut de 500 000^{fr} en plumes, tandis que le troupeau représentera une valeur de 5 millions de francs. Ces chiffres sont confirmés par les résultats acquis par les colons du Cap, qui se sont particulièrement appliqués au fermage des autruches, et qui, de 83 autruches qu'ils possédaient en 1865, sont arrivés aujourd'hui à en avoir plus de 70 000.

Il faut remarquer que cet accroissement est dû surtout à l'application du système de l'incubation artificielle, sans lequel il eût été impossible d'atteindre un semblable résultat. En effet, si un couple reproducteur fournit 30 œufs en moyenne, ce qui est un minimum (quelques couples donnent jusqu'à 60 œufs), on ne peut utiliser que les dix derniers œufs de la ponte, car, le corps de l'autruche ne pouvant couvrir utilement un plus grand nombre d'œufs pour leur communiquer la chaleur voulue et les amener à l'éclosion, il s'ensuit que les premiers œufs pondus perdent leurs qualités germinatives et ne peuvent servir qu'à faire les ornements d'étagère que tout le monde connaît. Il résulte donc que, sur 30 œufs, les deux tiers seraient absolument perdus pour la reproduction, si l'on n'employait dans le fermage l'incubation artificielle.

Pendant longtemps les Anglais nous ont celé leurs procédés d'incubation artificielle; on connaissait, il est vrai, leurs appareils incubateurs, mais on ignorait certains faits, certaines pratiques sans lesquels ces appareils sont sans application. De nombreux essais avaient été tentés pendant plusieurs années en Espagne, en Italie, en Allemagne, en France et en Algérie, mais sans succès, lorsque M. Oudot, après plusieurs années d'études et d'expérimentations, résolut le problème d'une façon victorieuse, grâce à un appareil de son invention dont on trouvera une description complète avec des dessins à l'appui dans son récent Ouvrage. Les procédés qu'il nous fait connaître sont à la portée de tous et permettent, avec les résultats obtenus au Jardin d'essai par l'incubation naturelle, de considérer le fermage des autruches, en Algérie, comme une industrie pratique digne de solliciter l'attention des capitalistes et des colons.

Le traitement raisonné suivi au Jardin d'essai a permis, en outre, de récolter les plumes dans les meilleures conditions de développement, et, comme nous l'avons dit, la qualité des produits a été considérablement améliorée par le régime que l'on a fait suivre aux oiseaux et par la sélection des reproducteurs.

Les conséquences économiques qui résulteront de cette nouvelle exploitation pour l'Algérie seront incalculables et constitueront pour elle un des éléments les plus féconds de sa prospérité. La valeur des plumes provenant de l'Afrique peut être, en effet, fixée approximativement à 25 millions de francs par an, répartis de la manière suivante :

	fr
Le Cap	15000000
L'Égypte	6250000
La Tripolitaine	2500000
Le Maroc	500000
La Syrie	150000
Le Sénégal	87500
L'Algérie	22500
	25 000000

En 1846, on avait exporté du Cap environ 1326 livres de plumes (la livre anglaise est de 373gr), d'une valeur de 200000fr, provenant exclusivement alors de la chasse d'oiseaux sauvages; mais le fermage et l'application de l'incubation artificielle ont singulièrement développé ce commerce, car, d'après le Rapport de la Chambre de commerce de Capetown en 1874, le Cap et Natal exportaient 38216 livres de plumes, représentant 1 043 895fr. Or l'introduction de l'incubation artificielle dans les fermes du Cap ne date que de 1873 (1).

Il appartient au Gouvernement de développer cette industrie par tous les moyens qui sont à sa disposition, soit par des primes, soit par des attributions de terres, soit enfin en aidant au recrutement des autruches sauvages par l'auxiliaire des chefs arabes qui résident dans nos possessions de l'extrême Sud, et qui sont en relation constante avec les caravanes. En un mot, le Gouvernement doit porter toute sa sollicitude sur cette importante question, qui intéresse à la fois la prospérité de l'Algérie et celle de la France, aujourd'hui tributaire de l'Angleterre pour un commerce dont nous aurions pu depuis si longtemps nous assurer la meilleure part. En attendant, les plumassiers de Paris et l'honorable président de leur chambre syndicale, M. Héliard, ont chaudement pris à cœur le développement de cette industrie nouvelle; ils se sont, à diverses reprises, fait rendre compte dans leurs réunions des progrès réalisés, et, par des souscriptions et des encouragements de tout genre, viennent sérieusement en aide à l'initiative privée.

(1) La plume d'oiseaux privés entre pour les neuf dixièmes dans les envois du Cap.

Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité. Établissement a Paris d'étuves publiques pour la désinfection des objets qui ont été en contact avec des personnes atteintes de maladies infectieuses ou contagieuses. Note de M. Lereboullet.

Le 19 février dernier (*Gazette hebdomadaire de Médecine et de Chirurgie*, n° 8, p. 113), nous résumions une discussion soulevée, devant la Société médicale des hôpitaux, par une Communication de M. Vallin. Il s'agissait d'établir quels étaient les meilleurs procédés à mettre en usage pour la désinfection des objets de literie et des vêtements ayant servi à des malades atteints d'affections contagieuses. Après avoir analysé le travail présenté à ce sujet par M. Vallin, nous ajoutions : « Il en résulte que le procédé de désinfection par la chaleur, tel qu'on l'emploie en Allemagne, en Belgique et en Angleterre, est le seul vraiment efficace. Pourquoi dès lors laisser les vêtements et les fournitures des malades de nos hôpitaux entretenir et propager des épidémies, alors qu'il serait si aisé d'installer à peu de frais dans nos établissements hospitaliers des appareils analogues à ceux que recommande M. Vallin ? Pourquoi le Conseil de surveillance de l'Administration de l'Assistance publique ne prendrait-il pas l'initiative d'une réforme qui constitue, au point de vue de l'Hygiène, un progrès des plus sérieux ?... » Le vœu que nous exprimions en demandant l'installation à Paris d'appareils de désinfection par la chaleur vient d'être exaucé, en partie du moins. Le travail communiqué par M. Vallin à la Société de Médecine publique et d'Hygiène professionnelle (t. I, p. 45) et la discussion qu'il a provoquée avaient déjà fait une vive impression. Les instantes démarches de notre collègue près du Conseil de surveillance de l'Assistance publique et de plusieurs membres du Conseil municipal ont eu un résultat plus pratique. Sur la demande du Conseil municipal, le Préfet de police vient de consulter le Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité sur la question de savoir s'il serait utile de créer à Paris des étuves de désinfection par la chaleur, et, sur le Rapport de MM. Pasteur et Léon Colin, le Conseil d'Hygiène a adopté les conclusions suivantes :

A. Créer sur deux points opposés de la capitale des étuves de désinfection chauffées par la vapeur d'eau et munies de régulateurs qui en limitent la température intérieure à $+100°$. Restreindre absolument l'emploi de ces étuves à la désinfection des effets contaminés par les affections contagieuses, fièvre typhoïde, fièvres éruptives, fièvre puerpérale, diphtérie, choléra, etc.

B. Déterminer par un règlement spécial :

1° La composition, les devoirs et les droits du personnel chargé du fonctionnement et de la surveillance;

2° Les groupes de la population auxquels les établissements s'ouvriraient gratuitement;

3° Le mode de rétribution des familles qui n'en bénéficieraient qu'à titre onéreux.

C. Examiner s'il ne conviendrait pas, pour vulgariser plus facilement l'usage de ce système de désinfection, d'affecter spécialement l'un de ces établissements à la population payante, en réservant exclusivement l'autre aux classes qui en auraient la jouissance gratuite.

La Commission, on le voit, conclut à l'utilité immédiate des mesures projetées, et les arguments sur lesquels elle s'appuie sont ceux-là mêmes que M. Vallin a invoqués dans son travail; mais elle réserve toute appréciation à l'égard des moyens de réalisation pratique. Une nouvelle Commission a dû être nommée pour étudier définitivement la question et décider comment devront être construits et aménagés les établissements qui serviront à la désinfection des objets d'habillement ou de literie ayant servi à des malades atteints d'affections contagieuses. Cette Commission n'aura pas de peine, nous l'espérons du moins, à soumettre au Conseil d'Hygiène un projet réalisable. Il lui suffira, pour s'éclairer, d'examiner ce qui a été obtenu en Angleterre, grâce au Dr Ransom, médecin en chef de l'hôpital de Nottingham. Dans son étude sur les *Appareils à désinfection applicables aux lazarets et aux hôpitaux* (*Revue d'Hygiène*, octobre 1879), M. Vallin décrit et figure les étuves et les fours à chauffage qui sont employés au *Public desinfecting station for Nottingham borough;* il décrit aussi les appareils de Bruxelles et de Berlin. Il en démontre les avantages et prouve que les dépenses nécessaires à l'établissement de ces appareils sont insignifiantes, ou, du moins, très acceptables. Nous n'avons pas à revenir ici sur ces questions, qui intéressent surtout les ingénieurs et les membres des Conseils d'administration de nos hospices. Mais il nous paraît intéressant de résumer les discussions qui ont été soulevées à ce sujet, soit à la Société de Médecine publique, soit au Conseil d'Hygiène, afin de faire voir que le projet actuellement en voie d'exécution ne réalise pas tout ce qu'on est en droit d'espérer.

On peut se convaincre, en lisant les deux Mémoires de M. Vallin et les objections qui lui ont été adressées à la Société de Médecine publique et d'Hygiène, que la question scientifique est à peu près résolue. Tous les procédés chimiques de désinfection sont insuffisants. Ils ne réussissent guère qu'à décolorer et à détruire en partie les objets qu'ils imprègnent. Un exemple très probant est cité, à ce propos, par M. Vallin. Le navire *le Plymouth* avait été évacué, remis sur les chantiers, lavé et réparé dans toutes ses parties. Il

avait été laissé pendant trois mois exposé à une température de — 7° C.; enfin on avait fait brûler dans ses cavités jusqu'à 100 livres de soufre et l'on avait retenu pendant quarante-huit heures dans ses flancs cette atmosphère purifiante. Au bout de trois mois il appareille de nouveau; il emporte un équipage neuf, et huit jours après son départ, en pleine mer, sans avoir eu aucun contact suspect depuis Boston, deux cas de fièvre jaune se développent à bord. Les fumigations de chlore ou même d'acide phénique sont aussi inefficaces. Il faut donc avoir recours à la chaleur, c'est-à-dire à une température de + 110° environ, qui détruit les germes, rend inactive la matière organique ou organisée et prévient les fermentations ou les putréfactions. Mais l'action de la chaleur peut-elle être considérée comme inoffensive? ne détermine-t-elle pas une altération des tissus? La réponse à ces questions a été faite par les expériences de M. Ransom, de M. de Chaumont, enfin de M. Vallin lui même. Il en résulte que, si la température ne dépasse pas + 110°, l'altération des tissus est insignifiante, et que leur résistance, leur texture ne se trouvent sérieusement compromises qu'à une température plus élevée. Il est vrai que, M. Hudelo l'a fait remarquer avec beaucoup de raison, les expériences dont nous parlons ici ne démontrent pas qu'aucune altération de texture ne soit déterminée par l'action de la chaleur. Il est probable même qu'au bout d'un certain temps les draps, les couvertures et les vêtements plusieurs fois placés dans l'étuve auront perdu leur résistance et seront plus rapidement altérables; mais il importe de faire remarquer que les inconvénients qui résultent de ce système et la perte matérielle qu'il peut déterminer ne sont que peu de chose, eu égard au résultat hygiénique obtenu.

La chaleur mise en usage doit-elle être sèche ou humide? Dans le Rapport présenté à la Société de Médecine publique, M. Vallin était arrivé, d'accord avec MM. Le Roy de Méricourt, Trélat et Hudelo, à la conclusion suivante : « La projection directe d'un courant rapide de vapeur faiblement surchauffée dans une capacité fermée paraît le meilleur moyen de remplir le but; les étuves chauffées à l'aide de la vapeur circulant sous pression dans des tubes fermés, par la combustion directe du gaz avec régulateurs automatiques, ou même par l'air chaud d'un calorifère, peuvent également rendre des services, suivant les conditions et les ressources locales. » D'après cette conclusion, la Société de Médecine publique recommande surtout le chauffage à la vapeur humide. Telle a été aussi l'opinion émise au Conseil d'Hygiène : « Le chauffage par la vapeur en tubes clos nous paraît, disent MM. Pasteur et L. Colin, offrir un avantage particulier. On pourrait alors adapter au générateur un système de projection directe de

douches de vapeur sur les objets que leur volume ne permettrait pas d'introduire dans l'étuve ou que leur épaisseur obligerait d'y faire séjourner trop longtemps. Une douche de ce genre à l'intérieur du fourgon de transport des objets contaminés, immédiatement après chaque déchargement de ce fourgon, en assurerait l'assainissement avant son retour en ville. Certains objets de literie, comme les matelas, trop volumineux pour être rapidement pénétrés par la chaleur de l'étuve, pourraient être ouverts dans la cour d'arrivée et subir également la projection d'un jet de vapeur surchauffée. »

Dans la discussion soulevée par ce Rapport, MM. Pasteur et A. Gautier ont aussi montré la supériorité de l'air humide sur l'air sec au point de vue de la désinfection. D'ailleurs, dans la plupart des établissements où il va devenir urgent de prescrire la désinfection par la chaleur, il existe déjà des appareils à vapeur. L'installation de l'étuve à désinfection sera donc des plus faciles. Il en sera de même dans tous les bâtiments. On peut, en effet, comparer aux résultats obtenus sur le *Plymouth* par les vapeurs d'acide sulfureux ceux que le D[r] A.-N. Bell, de New-York, a constatés sur les steamers *le Vixen, le Mahones* et *le Cumberland,* tous trois suspects ou infectés de fièvre jaune : « La cargaison fut portée sur le pont, les écoutilles furent fermées, et au moyen d'une manche en cuir la vapeur de la chaudière fut directement projetée sur toutes les parois intérieures du navire; pendant trois heures, la vapeur fut lancée avec toute la force que les chaudières pouvaient déployer. Puis on ouvrit les écoutilles, et en quelques minutes toutes les surfaces étaient parfaitement sèches; la peinture était soulevée en ampoules, quelques minces cloisons étaient fendues ou fissurées, mais les rats et les cancrelats qui infestaient le navire furent tous détruits; ils avaient été *cuits* et *bouillis* dans leurs repaires, et on les ramassait à pleins seaux. A la campagne suivante, l'état sanitaire de l'équipage fut excellent, et, bien qu'on croisât à Port-au-Prince, à Saint-Domingue, à Kingston, aucun cas de fièvre jaune ne reparut à bord. L'opinion fut généralement admise, au Congrès d'Atlanta, que la vapeur surchauffée était le plus puissant de tous les désinfectants et que les agents chimiques donnaient trop souvent une sécurité trompeuse. »

Tous ces documents nous paraissent donc devoir conduire à la conclusion suivante, qui diffère un peu, il est vrai, de celles qui ont été adoptées par le Conseil d'Hygiène :

Il importe d'établir, dans la plupart des hôpitaux, et surtout dans les hôpitaux et les maternités où sont traitées des maladies contagieuses, des étuves de désinfection par la vapeur surchauffée. A cette étuve devront être portés tous les objets de literie, tous les vêtements ayant servi à un malade atteint

d'une maladie contagieuse. « Ces objets, dit M. Vallin dans le Rapport que nous avons déjà cité, devraient être portés à l'étuve au sortir de la salle et avant d'être soumis à aucune autre manipulation. Ce n'est qu'après cette première désinfection qu'on procéderait au lessivage, au nettoyage, à la réparation des objets souillés ou dégradés. Après ces opérations, le matériel remis en état séjournerait dans les magasins; mais chaque pièce, au fur et à mesure des besoins, immédiatement avant d'être remise en circulation dans les salles, passerait une seconde fois à l'étuve; on ferait ainsi disparaître toute trace d'humidité, et l'on rendrait la désinfection complète. »

Cette méthode conviendrait on ne peut mieux à tous les objets dont on se sert dans les hôpitaux, à l'exception des matelas et des oreillers, qu'il importerait de défaire et de désinfecter après avoir étalé dans l'étuve le crin qu'ils contiennent. Mais, sur la proposition de M. Tarnier, la Société d'Hygiène publique recommande de généraliser dans les hôpitaux où l'on traite les maladies plus particulièrement virulentes (diphtérie, pourriture d'hôpital, septicémie, fièvre puerpérale, choléra, etc.) l'emploi de matelas de balle d'avoine ou de varech, que l'on pourrait détruire par le feu aussitôt après le décès des malades, l'enveloppe seule étant conservée après désinfection.

On comprendra aisément pourquoi nous avons reproduit ces conclusions et pourquoi nous les rapprochons de celles que vient d'adopter le Conseil d'hygiène. Nous applaudissons à la création d'étuves de désinfection en partie gratuites, en partie payantes, que l'on propose d'édifier à Paris. Nous croyons que l'on arrivera aisément à assurer le fonctionnement de ces étuves et à rendre obligatoire, dans tous les cas de maladies contagieuses, la désinfection des objets que l'on se contente aujourd'hui de lessiver ou de nettoyer plus ou moins complètement. Nous pensons aussi que les craintes qui ont été émises au sujet des dangers de propagation de la maladie que pourrait faire naître le transport de ces objets ne sont pas fondées. Rien ne sera plus aisé que d'assurer, à l'aide de caisses métalliques ou de fourgons parfaitement clos, l'innocuité de ce transport. Mais, si nous croyons à l'utilité de ces étuves pour les malades de la ville, nous sommes bien plus convaincu encore de leur nécessité pour éviter dans les hôpitaux, les asiles, les casernes, les collèges, etc., la propagation et l'extension des maladies épidémiques. Le Préfet de police, en cédant aux instances du Conseil municipal et en provoquant une délibération du Conseil d'Hygiène qui lui prouve la nécessité de la création d'étuves publiques de désinfection, aura rendu un premier service à l'Hygiène publique. Il importe que l'Administration de l'Assistance publique à Paris, que les

Commissions administratives des hôpitaux de province, que les Conseils de santé des armées et de la marine suivent cet exemple. Quand on voit les épidémies de variole durer aussi longtemps, la diphtérie ne jamais cesser ses ravages et la fièvre typhoïde obliger chaque année à l'évacuation de plusieurs casernements, il devient nécessaire d'adopter toutes les mesures capables d'entraver la propagation des maladies épidémiques. On ne saurait donc mettre trop d'insistance à recommander l'installation, en France, des appareils dont M. Vallin, par ses études d'Hygiène et les communications qu'il a reçues de l'étranger, nous a fait connaître l'organisation et les avantages.

(*Gazette hebdomadaire de Médecine.*)

La grande comète du Sud.

M. Gill, astronome anglais au Cap, adresse au journal *la Nature* quelques détails sur les observations qu'il a faites de la grande comète jusqu'au soir du 9 février 1880. La montagne de la Table gênait la vue des observateurs placés à l'Observatoire royal. M. Gill se rendit à Seapoint, à l'ouest de la montagne : c'est là, dans le jardin de M. Salomon, où en 1858 sir Thomas Maclear avait observé la comète de Donati, qu'il détermina la position de la queue parmi les étoiles, plusieurs soirs avant que le noyau se fût éloigné suffisamment du Soleil pour devenir visible. Le noyau fut vu pour la première fois le 8 février, et seulement quelques minutes, à travers un nuage; M. Gill pense qu'on aurait pu le voir le soir précédent, mais la brume qui s'étendait au-dessus de la mer faisait qu'il était très difficile de dire à quel point s'arrêtait la queue. Il le décrit comme « *a very poor affair*, une nébulosité ne répondant nullement à une aussi belle queue ». Le 9 février, on essaya à l'Observatoire royal de fixer sa position, mais on n'aperçut qu'une lueur en la regardant avec une jumelle à travers un nuage. Le noyau était « un peu au nord-est de θ du Sculpteur »; cependant, dans le dessin qui accompagne la lettre en question, le noyau est représenté un peu au sud-est de l'étoile et au milieu de deux étoiles qui, d'après l'*Uranometria argentina* de Gould, semblent être 6 et 34 de Lacaille. Cette position, si l'on s'en rapporte à la date de l'*Uranometria*, 1875, 0, donnerait 2°20′ en ascension droite et 37°50′ de déclinaison sud, ce qui est bien différent de la position résultant de la dépêche de Rio-Janeiro; probablement les éléments de l'orbite ont été dénaturés dans la transmission télégraphique. Le 6 février, on pouvait suivre la direction de la queue dans le voisinage de Canopus.

Le Gérant, E. Cottin,
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.

ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

RECONNUE D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR LE DÉCRET DU 13 JUILLET 1870

Société pour l'avancement des Sciences, fondée en 1864.

L'Association Scientifique de France a pour but d'encourager les travaux relatifs au perfectionnement des Sciences, et de propager les connaissances scientifiques.

26 SEPTEMBRE 1880. — BULLETIN HEBDOMADAIRE N° 26.

Nouveau moteur électrique et ses applications; par M. G. Trouvé.

Le 28 juin dernier, M. Trouvé adressait à l'Académie des Sciences une Note relative aux perfectionnements apportés aux bobines du genre Siemens. Nous sommes heureux de pouvoir donner aujourd'hui la description avec figures de son moteur, basé sur ces perfectionnements, qu'il a fait fonctionner à la dernière séance de la Société de Physique, en même temps qu'il soumettait à cette compagnie savante un travail très intéressant sur l'aimantation ([1]).

Nous parlerons aussi de certaines applications ingénieuses de l'inventeur.

Pour bien faire comprendre à nos lecteurs la marche qu'a suivie M. Trouvé pour arriver à ces résultats, nous reproduirons les passages suivants de sa Note à l'Académie :

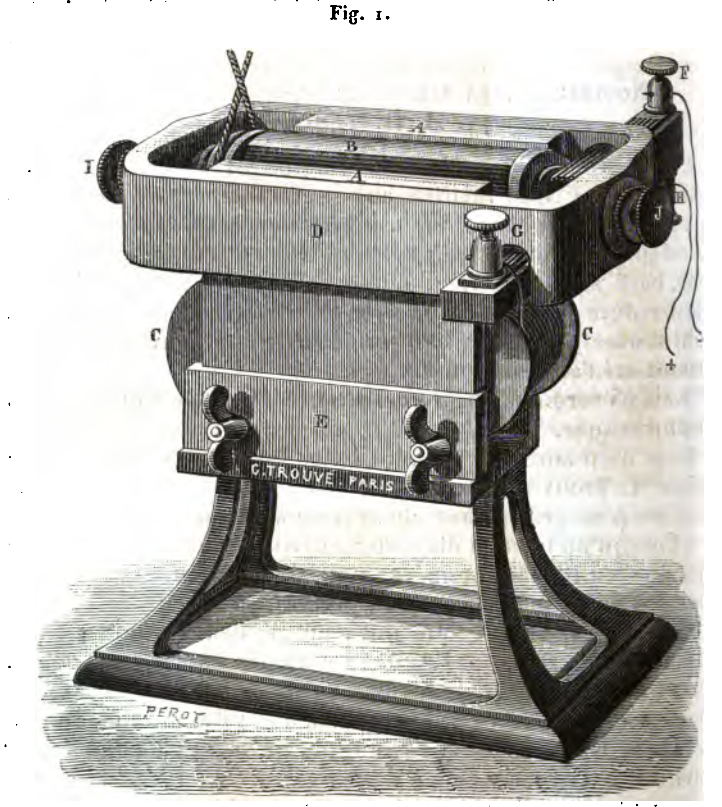
« Lorsqu'on trace le diagramme dynamique d'une bobine de Siemens en lui faisant opérer une révolution complète entre les deux pôles magnétiques qui réagissent sur elle, on observe que le travail est presque nul pendant deux périodes assez grandes de la rotation. Ces deux périodes correspondent aux temps pendant lesquels les pôles cylindriques de la bobine, ayant atteint les pôles de l'aimant, défilent devant eux. Durant ces deux fractions de la révolution, qui sont chacune de 30° environ, les surfaces magnétiques destinées à réagir l'une sur l'autre restent à la même distance; la bobine n'est donc pas sollicitée à tourner. Il en résulte une perte notable de travail.

([1]) Cette Note sur l'aimantation nous a paru fort intéressante, mais le manque de place ne nous permet pas de la reproduire aujourd'hui; nous dirons seulement que M. Trouvé a montré des aimants droits et à deux branches pour ses téléphones, qui portaient les uns dix-sept fois leur poids, les autres cinquante fois. Il a fabriqué, séance tenante, des aimants dans ces conditions, et montré qu'ils ne varient jamais en puissance, en opérant comme il l'a fait devant les membres de la Société de Physique.

» J'ai supprimé ces périodes d'indifférence et accru l'effet utile de la machine, en modifiant ainsi la bobine : les faces polaires, au lieu d'être des portions d'un cylindre dont l'axe coïncide avec celui du système, sont en forme de *limaçon*, de telle sorte qu'en tournant elles *approchent* graduellement leurs surfaces de celles de l'aimant, jusqu'au moment où le bord postérieur *échappe* le pôle de l'aimant. L'action de répulsion commence alors, de sorte que le point mort est pratiquement évité. »

La *fig.* 1 donne une vue perspective d'un moteur construit

Fig. 1.



AACC, électro-aimant fixe ou inducteur; B, électro-aimant droit, mobile, ou bobine de Siemens à joues excentrisées représentant l'induit; D, le cadre en bronze sur lequel pivote l'axe de la bobine Siemens et qui porte toutes les autres pièces mécaniques du moteur; E, bâti ou pied de fonte supportant le moteur Trouvé, mais lui étant indépendant.

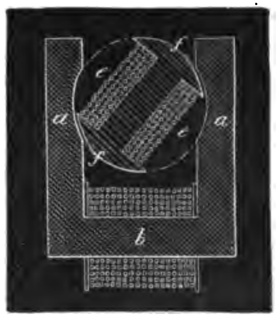
d'après ces principes ; la *fig.* 2 en donne une coupe verticale avec projection horizontale.

Ce moteur, que notre gravure représente à demi-grandeur d'exécution, est capable de faire fonctionner une machine à coudre avec quelques éléments de la pile de Bunsen ou de

la pile Reynier, dont nous avons récemment donné la description.

Mais, dans l'état actuel des ressources des travailleurs, M. Trouvé ne pense pas que son moteur puisse être employé par l'ouvrière mécanicienne, qui serait obligée de distraire de

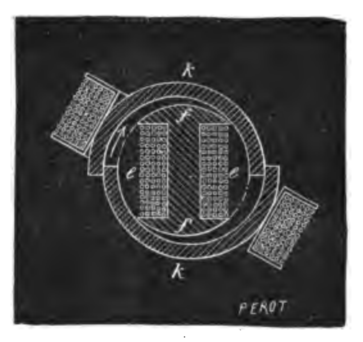
Fig. 2.



Coupe verticale avec projection horizontale du moteur Trouvé, représenté en perspective (*fig.* 1). *aab*, électro-aimant à deux branches, ou inducteur; *ffee*, électro-aimant mobile ou induit à joues excentrisées.

son salaire journalier, déjà fort restreint, 3^{fr} à $3^{fr},25$, une somme relativement grande pour l'entretien de la pile, environ 1^{fr} à $1^{fr},25$ par jour. M. Trouvé s'est donc attaché plus spécialement aux applications de luxe, telles que le fonctionnement

Fig. 3.



Coupe verticale avec projection horizontale. *kk*, électro-aimant fixe ou inducteur formé de deux demi-circonférences égales excentrisées en leur diamètre; *ffee*, électro-aimant mobile ou induit à joues concentriques.

des petites fraiseuses et des tours des dentistes et des horlogers, la propulsion des légers bateaux de promenade, la ventilation des appartements, les tours d'amateurs, etc., etc.

Nos professeurs de Physique en feront certainement l'ac-

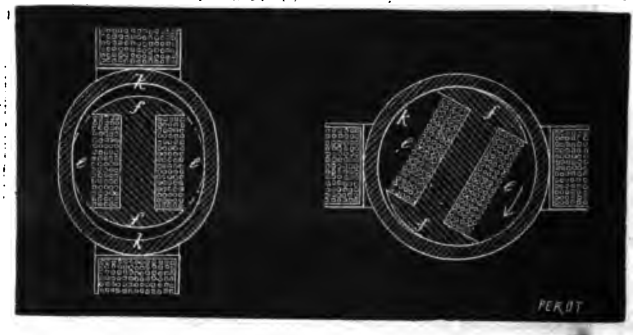
quisition pour leur cabinet, car ils trouveront dans le moteur de M. Trouvé un puissant auxiliaire pour accomplir un grand nombre d'expériences qui nécessitent peu de force mécanique, telles que la mise en marche des machines d'électricité statique de Holz, de Carré, les chromatropes, les syrènes, les appareils à miroirs tournants, l'expérience de la recomposition de la lumière blanche, etc., etc.; les médecins s'en serviront également pour faire fonctionner leurs machines d'électricité statique; enfin l'industrie lui réserve de nombreuses applications.

On s'expliquera facilement le succès de ce moteur et ces divers résultats par l'énumération suivante des qualités qu'il présente :

1° Il donne sous un très petit volume une puissance relativement grande, et son prix est très modéré.



Fig. 4. Fig. 5.



Coupes verticales et horizontales de deux autres variétés du moteur Trouvé : *kk*, l'inducteur de la *fig.* 4, est un tube de fer ovalisé, et l'induit *ffee* est concentrique; le contraire a lieu pour le moteur de la *fig.* 5.

2° Les effets électromagnétiques sont utilisés dans les meilleures conditions possibles de rendement, puisque l'inducteur est très voisin de l'induit et qu'il l'enveloppe presque entièrement (*fig.* 2).

3° Suppression complète des points morts avec un seul électro-aimant mobile, fait très rare en Mécanique, qui eût produit un effet immense dans la Science s'il eût été appliqué à la machine à vapeur au lieu de s'appliquer au moteur électrique.

4° La réaction directe de deux aimants l'un sur l'autre, placés dans le même circuit, permet d'augmenter la puissance indéfiniment, comme celle du courant employé; cette puissance a pour limite la résistance des organes à la rupture.

5° Une vitesse considérable qui peut atteindre jusqu'à deux cents tours par seconde et au delà.

6° Pas d'étincelles au commutateur, le courant n'étant jamais

interrompu; il change seulement de sens dans la bobine Siemens à chaque demi-révolution.

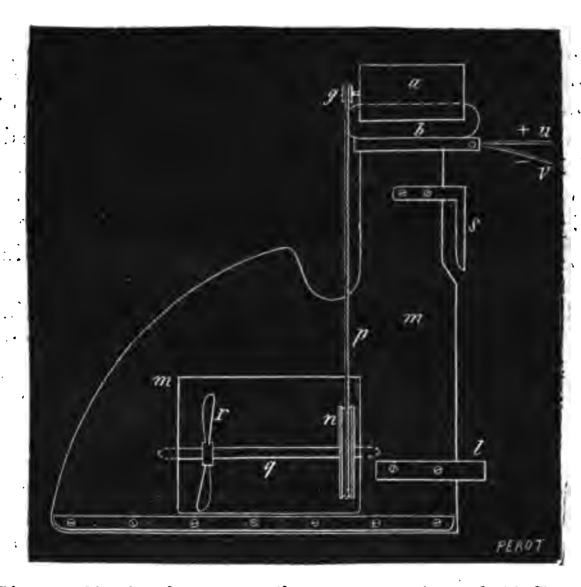
7° Est-il besoin d'ajouter que ce moteur est réversible et peut, moyennant de légères modifications, être employé comme générateur d'électricité?

Les *fig.* 3, 4 et 5 sont des variétés du moteur, dans lesquelles M. Trouvé est arrivé à de bons résultats en excentrant tantôt l'inducteur, tantôt l'induit.

Les mêmes lettres de référence désignent pour le moteur des pièces semblables.

La *fig.* 6, sur laquelle nous nous étendrons plus longuement, représente l'application ingénieuse du moteur Trouvé (*fig.* 1) à la propulsion des embarcations légères.

Fig. 6.



Plan en élévation du gouvernail-moteur-propulseur de M. Trouvé qui forme un tout amovible. *ab*, moteur; *rqn*, hélice avec son axe et la poulie; *p*, courroie transmettant le mouvement à l'axe de l'hélice par les poulies *n*, *g*; *mm*, gouvernail; *s*, *l*, crochet et charnière pour l'adapter au bateau; *u*, *v* tirettes en cordons métalliques souples, amenant le courant de la pile au moteur *a*.

La disposition est en effet d'une si grande simplicité qu'elle n'exige aucun changement dans la construction même du bateau.

Le gouvernail porte en lui-même tous les éléments mécaniques, le moteur, le propulseur et les conducteurs, et forme un tout amovible.

L'hélice et son axe occupent la partie inférieure du gouver-

nail dans un évidement pratiqué à cet effet, et reçoivent le mouvement du moteur placé sur le sommet du gouvernail par l'intermédiaire d'une courroie ou de tout autre organe de transmission approprié à la force du moteur.

La force électromotrice fournie par le générateur qui est placé dans le bateau se rend au moteur par les tirettes, formées d'un cordon métallique et souple.

La force déployée par le moteur est transmise à l'axe de l'hélice par une courroie, ainsi que nous l'avons dit plus haut.

Le gouvernail s'adapte au bateau de la manière habituelle, par un crochet et une charnière.

Il conserve en tous points sa mobilité, comme un gouvernail ordinaire, et permet d'évoluer sur place et d'employer simultanément les avirons pour augmenter la vitesse du bateau.

Dans le cas où l'on ne voudrait se servir que des avirons, l'hélice, n'étant plus actionnée par le moteur, redevient libre et tourne en sens contraire, en accusant, grâce à l'adaptation d'un compte-tours, le chemin parcouru, à la manière des lochs ou sillomètres réalisés récemment par deux officiers de la Marine française, en prenant pour base la grande différence de conductibilité électrique que présentent les métaux par rapport à celles des liquides, que M. Trouvé a mises en évidence dès 1867, par son appareil explorateur-extracteur électrique des projectiles, qui rend tous les jours de si grands services à la Chirurgie.

Depuis plusieurs mois, M. Trouvé a fait de nombreuses expériences avec son moteur, disposé comme nous venons de l'indiquer, sur le bassin de la Seine compris entre le pont de Chatou et celui de Bezons, avec une yole de $5^{m},50$ de long à deux rameurs, le téléphone appartenant à M. Ed. Schlesinger, qui s'en sert pour la chasse au gibier d'eau. Le gibier, n'étant plus effrayé par le bruit et le mouvement des avirons, se laisse approcher. Dès le début, cette yole a atteint une vitesse de $1^{m},20$ par seconde. Après certaines modifications de détails, M. Trouvé est arrivé à lui imprimer une vitesse de 2^{m} à la seconde en remontant le courant, qui est faible en cet endroit, et de $2^{m},50$ en se dirigeant dans le sens du courant.

Ces résultats ont été obtenus avec le petit moteur présenté à l'Académie des Sciences, actionné par 6 éléments Reynier, dont les dimensions sont très restreintes, puisque notre gravure (*fig.* 1) le représente à moitié de sa grandeur réelle.

M. Trouvé nous fait espérer des vitesses bien supérieures avec des moteurs plus puissants, qui sont en voie d'exécution.

Nous avons examiné avec la plus grande attention les divers organes qui constituent l'ensemble de cet appareil et nous ne pouvons que féliciter l'inventeur de l'ingéniosité qu'il a déployée dans la construction et la légèreté de l'hélice et du

moteur, ainsi que des organes de transmission, puisque le tout, y compris le gouvernail, ne dépasse pas le poids de 4kg à 5kg et est facilement transportable.

Nous ne terminerons pas cet article sans dire que M. Trouvé répétera sur la Seine, à Paris, l'intéressante expérience du célèbre professeur Jacobi en 1840, descendant la Néva dans un bateau mû par l'électricité et construit à grands frais au compte du gouvernement russe.

Les années qui nous séparent de cette mémorable expérience nous montreront les progrès considérables réalisés dans cette voie.

M. Gaston Tissandier doit, dit-on, accompagner M. Trouvé dans cette expérience.

M. Garnier, le célèbre architecte de l'Opéra, a fait venir dans son cabinet l'inventeur, pour exécuter des expériences d'aération qui ont très bien réussi.

Observation des étoiles filantes d'août a Grignon, près Montbard; par **Dom Lamey**.

Quelques observations de l'essaim des Perséides ont été faites cette année à Grignon par un de mes confrères et moi; en voici le résultat.

Le nombre horaire, pour des météores observés entre $9^h 15^m$ et $10^h 15^m$ environ, a été :

Le 4 août	7,3
Le 5 »	? (1)
Le 9 »	11,0
Le 10 »	8,9
Le 11 »	17,0

Je n'ai observé qu'une fois, le 10 août, de 2^h à 3^h du matin, et j'ai obtenu pour nombre horaire 32. L'intersection des trajectoires prolongées est loin de donner pour ces trente-deux météores un point unique de concentration.

Les intersections semblent se grouper sur cinq arcs paraboliques principaux, dont les foyers auraient les coordonnées suivantes :

Ascension droite.	Distance polaire.
°	°
62,0	33,0
58,5	31,5
55,5	31,5
55,5	29,5
57,0	27,0

La position du point radiant imaginaire, moyenne de ces valeurs, serait donc $\text{Æ} = 57°,7$, $\text{Ⓓ} = 30°,5$.

(1) Rien pendant une demi-heure.

Pour les observations faites au commencement de la nuit, du 4 au 11, le centre d'émanation n'est pas assez accentué pour le traduire en chiffres; il semble se rapprocher davantage de la constellation de Cassiopée.

En général, pour toutes ces nuits, le nombre des météores de 1re et de 2e grandeur surpassait d'un peu plus du double celui des deux grandeurs subséquentes. Plusieurs étaient à traînées; l'un d'eux se présentait brillant comme Sirius, coloré comme Arcturus.

L'année dernière, nos observations se sont bornées à enregistrer 30 étoiles filantes, le 11, entre 9^h et 10^h du soir; le parallélisme des trajectoires était fort remarquable; toutes filaient dans deux directions seulement. M. l'abbé Lebreton signalait à peu près le même phénomène.

Phénomène météorologique observé a Courtry (Seine-et-Marne); par MM. **Armand Moreau**, chef des travaux physiologiques au Muséum d'Histoire naturelle, et **Albert Moreau**, ancien ingénieur.

Le lundi 6 septembre, un peu avant 8^h du soir, nous avons été témoins du phénomène suivant.

Trois fois de suite une lumière s'est montrée marchant du nord au sud, à peu près horizontale, traversant l'air à une hauteur qui nous a paru être d'une centaine de mètres.

Chaque fois le faisceau de lumière s'est terminé dans l'air brusquement, en changeant de couleur et prenant une teinte rouge bien accusée, en même temps qu'une forme cylindrique. Cette apparence rouge, qui terminait le faisceau de lumière blanchâtre, avait une longueur triple de sa hauteur. On pouvait penser à une boule comme on en a signalé dans les orages, boule de la grosseur d'un très gros boulet et qui ne prenait sa couleur rouge qu'à la fin de sa course.

Ce phénomène avait l'aspect de deux moitiés d'une boule qui s'écartent en prenant la teinte rouge.

Elles disparurent sans laisser de trace; nous n'entendîmes aucun bruit; le Soleil était couché; l'air était bien lumineux dans la région du couchant. Au nord, il y avait quelques vapeurs ou nuages éloignés donnant des éclairs précurseurs de l'orage assez fort qui éclata quelques heures plus tard (nuit du 6 au 7).

Assis sur un banc et regardant directement le nord, mon frère, placé à ma droite, porta tout à coup mon attention vers la gauche, c'est-à-dire vers le couchant. Je tournai la tête et je vis le phénomène que je viens de décrire. Il dura environ une seconde; puis un instant après il se reproduisit de la même façon, et nous cessâmes de l'observer.

Ainsi mon frère le vit trois fois et moi deux fois. On pouvait penser que le fort de Courtry envoyait des lumières électriques; mais cette idée dut être rejetée. Parmi les hypothèses et en raison de l'état orageux du ciel, on peut, avec plus de vraisemblance, rapporter ces apparences à l'électricité.

Le volcan Fuego, dans le Guatemala. Extrait d'une lettre de M. **P. de Thiersant**, chargé d'affaires de France à Guatemala, à M. Gaston Tissandier.

Je vous envoie quelques renseignements sur le volcan Fuego et sur l'éruption récente, qui est ici l'objet de toutes les préoccupations.

Ce volcan, qui est situé par 14°26′30″ de latitude nord et 93° 6′ 19″ de longitude ouest, à 44390m de la capitale, fait partie d'un groupe parfaitement déterminé, comprenant deux sommités principales, dont l'une, en forme de cône, s'appelle *Volcano de Fuego*, tandis que l'autre cime porte les noms de *Volcano de Acatenango, picomayor* (pic le plus élevé) et *Padre del Volcano* (père du volcan).

Le point culminant du Fuego est à 4001m au-dessus du niveau de la mer. L'histoire de la formation de ce volcan est peu connue jusqu'à présent. Lors de la conquête du Guatemala par les Espagnols, il était déjà en feu et probablement depuis longtemps, car il jouissait d'une grande réputation et causait la terreur des populations du voisinage. Pendant les siècles suivants, ses éruptions ont été fréquentes et terribles. Parmi les plus violentes, on cite celles de 1526, 1541, 1581, 1582, 1585, 1586, 1614, 1623, 1686, 1705, 1706, 1707, 1717, 1732, 1739, 1780, 1829, 1855, 1857, 1860, 1880.

Depuis 1860, le volcan était resté relativement en repos, quoique sa cime fût couronnée continuellement d'une colonne de fumée blanche plus ou moins abondante. Rien ne pouvait faire prévoir une nouvelle éruption, quand, dans les derniers jours de juin 1880, de nombreuses secousses de tremblement de terre ressenties à Amatellan, Antigua, Palin, Petapa et dans un certain rayon autour du volcan, sont venues jeter l'alarme parmi les habitants. Le 28 juin au soir, dans toutes ces localités, des bruits souterrains ont commencé à se faire entendre, augmentant à chaque instant d'intensité et de durée. A 8h, une épouvantable détonation provenant du sein de la montagne a eu lieu, et aussitôt du sommet du volcan s'est élevée une épaisse colonne de fumée noirâtre, accompagnée de vapeur d'eau sillonnée par quelques flammes; l'éruption était commencée, et nous avons pu assister à un de ces spectacles de la nature, si grandioses et si imposants, qui ont été déjà décrits si souvent. Quoique nous soyons à plus de 10 lieues

du volcan, nous avons pu voir et contempler les gerbes de flammes, qui s'élevaient à une hauteur d'environ 500^m au-dessus du cratère. A 6^h du matin, des nuages ont couvert le sommet de la montagne, et nous n'avons plus aperçu qu'une fumée noire chassée vers le sud-ouest par un vent assez violent.

Ce même jour, nous avons appris, par le télégraphe, que les cendres projetées avaient été portées par les vents jusqu'à Retucalen, à 40 lieues de Guatemala. A Mazatenango, l'obscurité était tellement forte à 10^h du matin, qu'on a dû allumer des lumières. Jusqu'à présent, les dommages causés par cette pluie de cendres, de sables, de lapilli et de pierres se sont limités à quelques plantations de café et de cannes à sucre, dont un certain nombre ont été entièrement détruites. Six Indiens ont été également tués par des pierres, plusieurs édifices se sont écroulés, et les habitants des pueblos situés au pied du volcan ont dû abandonner leurs maisons menacées soit par la lave, soit par les tremblements de terre qui se succèdent sans interruption dans certains endroits.

Demain je me propose de visiter quelques-unes de ces localités, et je vous raconterai probablement le résultat de cette excursion.

Un nouveau courant dans l'océan Pacifique.

Le capitaine John Mac Kirdy, du navire à vapeur *Peruvia*, en naviguant récemment dans l'océan Pacifique, a été soudainement surpris par la rapidité de la marche de son bâtiment, qui faisait jusqu'à 322 milles par jour. Des observations attentives lui en ont fait découvrir la cause : il a remarqué, en effet, qu'il suivait la ligne d'un nouveau courant, qu'il n'avait pas encore rencontré, et qui était parfaitement visible à la couleur de l'eau, d'un noir bleu foncé. Il coule dans la direction du midi en quittant les côtes du Mexique et de Panama ; puis il tourne à l'ouest en atteignant l'équateur, d'où il est poussé au nord pendant quelque temps par le contre-courant équatorial ; mais il reprend bientôt la direction de l'ouest, après avoir dépassé la courbe du continent sud américain. Ce courant est nettement marqué, non seulement par sa couleur, mais aussi par sa température, qui est d'environ 2° plus élevée que celle des eaux d'alentour. Il y a lieu de croire que c'est la prolongation du Kouro-Siwo, le courant noir du Japon.

(*L'Exploration.*)

TABLE DES MATIÈRES CONTENUES DANS LE PREMIER VOLUME DE LA DEUXIÈME SÉRIE.

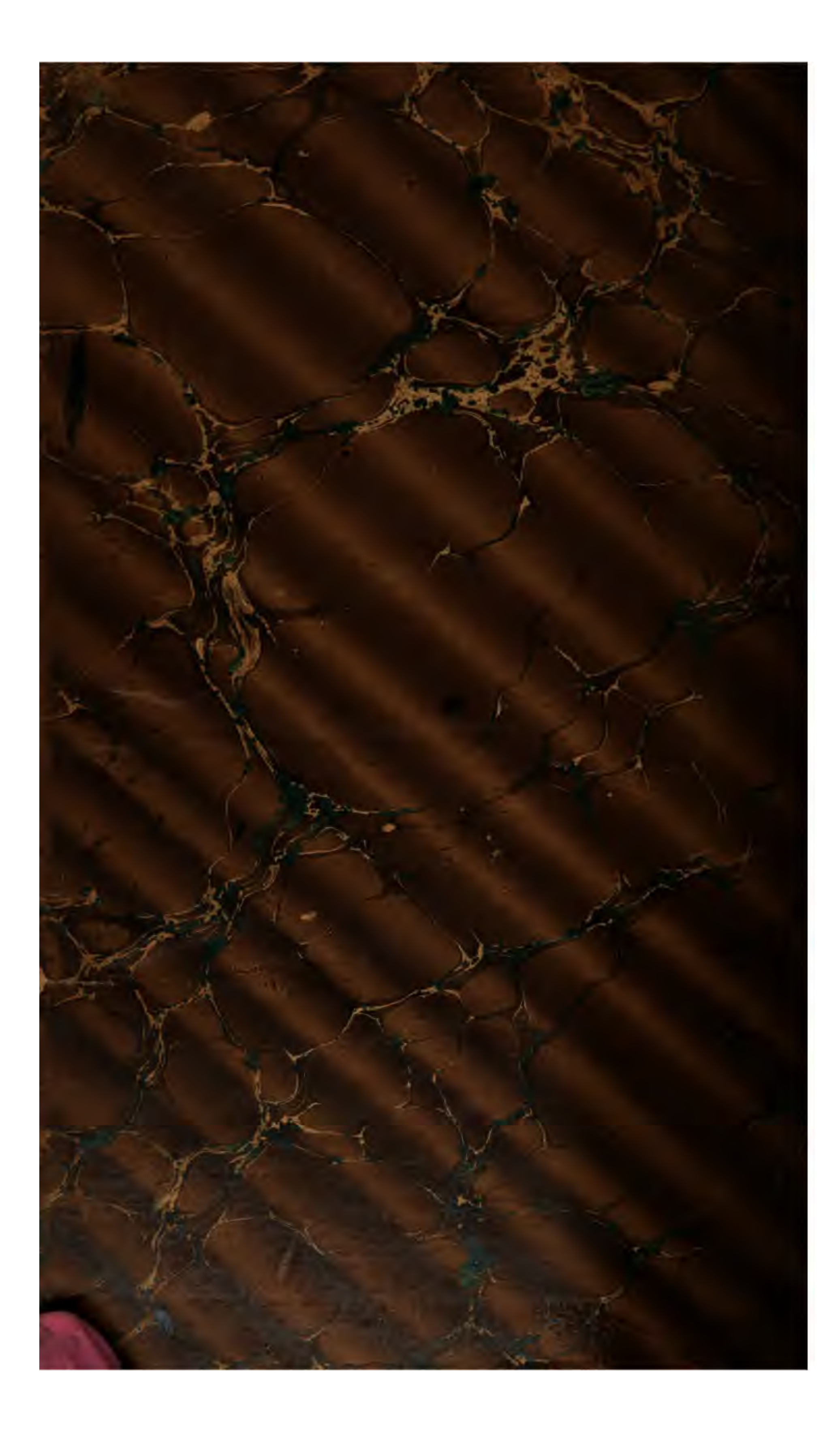
Bulletins n°s 1 a 26.

TABLE ALPHABÉTIQUE PAR NOMS D'AUTEURS.

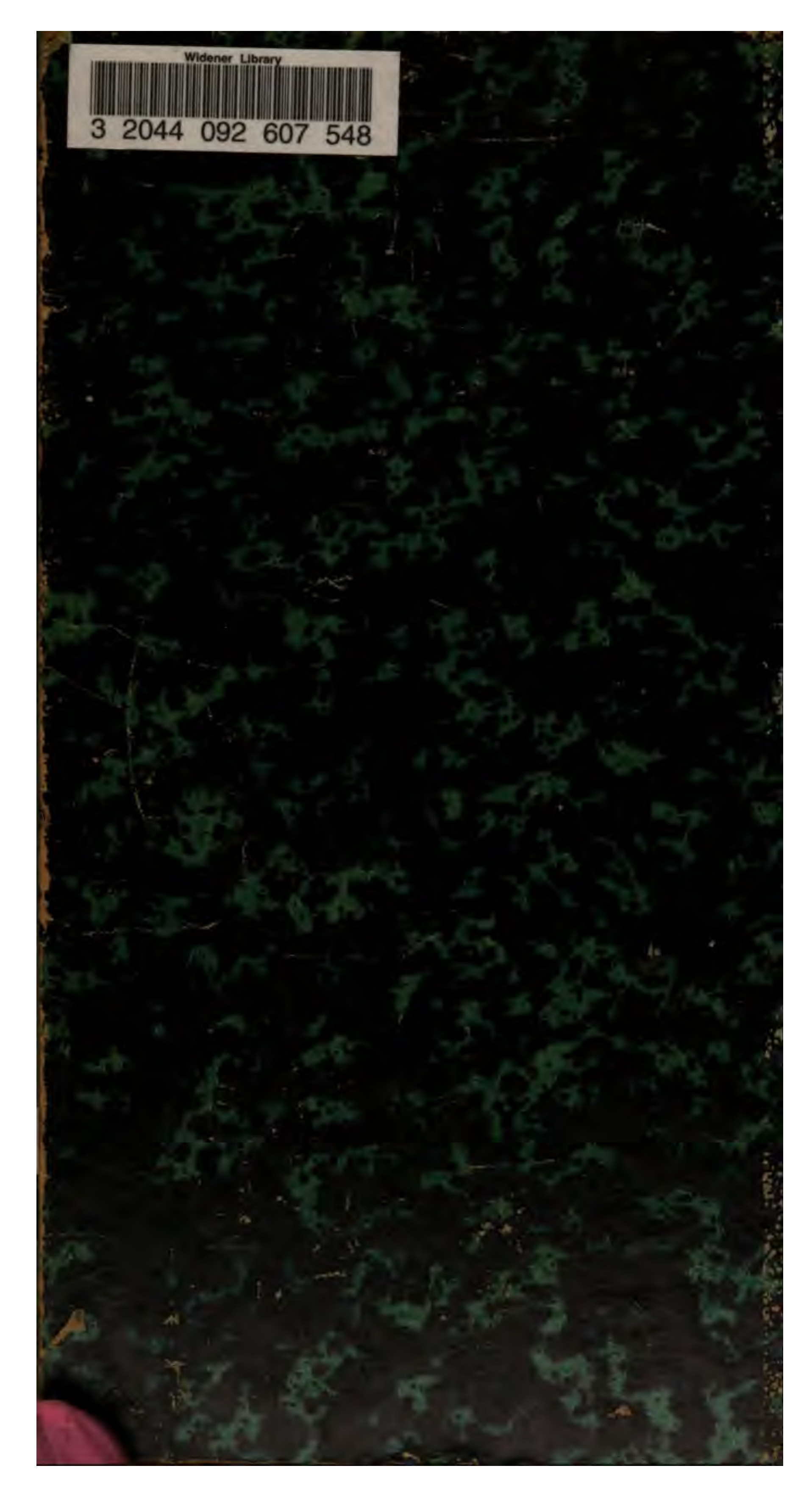
FIN DU TOME PREMIER DE LA DEUXIÈME SÉRIE.

Le Gérant, E. Cottin.
à la Sorbonne, secrétariat de la Faculté des Sciences.

Paris. — Imprimerie de Gauthier-Villars, quai des Augustins, 55.




This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.
A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.
Please return promptly.


Widener Library
3 2044 092 607 548